COUNTWAY LIBRARY
HC 52C8 D

A. Meesmann

Die Mikroskopie des lebenden Auges

Spaltlampen-Atlas

BOSTON MEDICAL LIBRARY
PURCHASED FROM THE INCOME OF THE
SAMUEL WHEELER WYMAN
MEMORIAL FUND

Die Mikroskopie des lebenden Auges an der Gullstrandschen Spaltlampe mit Atlas typischer Befunde

Von

Privatdozent Dr. A. Meesmann

Oberarzt der Universitätsaugenklinik in der Charité

Berlin

Mit 35 Textabbildungen und
210 farbigen Abbildungen auf 64 Tafeln

URBAN & SCHWARZENBERG

BERLIN N24
FRIEDRICHSTRASSE 105B

1927

WIEN I
MAHLERSTRASSE 4

BOSTON MEDICAL
FEB 16 1929
LIBRARY

24922 Wy

Alle Rechte, einschließlich des der Übersetzung in die russische Sprache, vorbehalten.
Printed in Germany.
Copyright 1927 by Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

28. D. 442.

Druck und Klischees F. Bruckmann A.-G., München

Vorwort

Diese Einführung in die Mikrokospie des lebenden Auges an der Gullstrandschen Spaltlampe verdankt ihre Entstehung in erster Linie dem oft geäußerten Wunsche meiner Kursteilnehmer, ihnen den Inhalt der Vorträge und das demonstrierte Abbildungsmaterial in Buchform zugänglich zu machen. Dieser Bestimmung gemäß wendet sie sich insbesondere an den praktischen Augenarzt, dem die weitverstreute Spaltlampenliteratur meist gar nicht oder doch nur in geringem Umfange zur Verfügung steht. Hieraus ergab sich die Notwendigkeit, sowohl den Text als auch die Abbildungen möglichst auf das klinisch Wichtige zu beschränken. Es sind daher Seltenheiten nur soweit ausführlicher berücksichtigt worden, als es sich um untersuchungstechnisch oder klinisch prinzipielle Fragen handelt. Dabei ist eine Reihe eigener klinischer Beobachtungen verwertet, auf deren Einzelveröffentlichung bisher mit Rücksicht auf diese zusammenfassende Darstellung verzichtet wurde.

Auch die Stellung dieses Buches zu den vielfachen Einzelarbeiten, ebenso zu den zusammenfassenden Werken von Koeppe und namentlich zum „Atlas der Mikroskopie des lebenden Auges“ von A. Vogt, ist hierdurch gegeben. Die erwähnten Arbeiten werden bei unklaren Fällen, namentlich bei jeder forschenden Tätigkeit an der Spaltlampe stets zu berücksichtigen sein. Das Literaturverzeichnis, das auch die wichtigeren nicht deutschsprachlichen Arbeiten enthält, möge zum leichteren Auffinden der betreffenden Veröffentlichungen beitragen.

Die Abbildungen wurden seit Anfang des Jahres 1919 systematisch gesammelt. Sie entstammen ausschließlich der geschickten Hand des Berliner Kunstmalers Max Landsberg. Er hat sich mit großem Interesse in die Untersuchungsmethode und die oft schwierigen Darstellungsmöglichkeiten der Spaltlampenbilder eingearbeitet, wofür ihm auch an dieser Stelle mein besonderer Dank ausgesprochen sei.

Herr Dr. med. Walter Volmer hat mich in dankenswerter Weise mannigfach, vor allem bei der Durchsicht des Textes, unterstützt.

Dem Verlag Urban & Schwarzenberg gebührt mein besonderer Dank. Er hat sich in anerkennenswerter Weise für das Gelingen des Buches, namentlich für die gute Wiedergabe der Abbildungen eingesetzt.

Der Begleittext zu den farbigen Abbildungen ist besonders kurz gehalten, um unnötige Wiederholungen möglichst zu vermeiden. Es sind daher die betreffenden Stellen des systematischen Textteiles durch seitliche Zahlen kenntlich gemacht. Ebenso sind im klinischen Text die farbigen Abbildungen durch Marginalien bezeichnet.

Berlin, im Frühjahr 1927.

A. Meesmann.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 1

I. Das Wesen der Spaltlampenbeleuchtung 3

II. Die Apparatur

1. Die Beleuchtungseinrichtung 5
   - Das Prinzip der Spaltlampenbeleuchtung 5
   - Die Nitralampe 6
   - Die Bogenlampe 6
   - Der Kondensor 7
   - Der Spalt 7
   - Die Beleuchtungslinse 7
   - Der Strahlengang 8
     - a) Die Gullstrandsche Montierung 8
     - b) Die Köhler-Vogtsche Montierung 9
   - Die optischen Eigenschaften des fokalen Büschels 10
   - Der äußere Aufbau der Gullstrandschen Spaltlampe 14
   - Zusatzapparate zur Spaltlampe 18
   - Das Zusammensetzen und Justieren der Nitraspaltlampe 19
   - Das Zusammensetzen und Justieren der Bogenspaltlampe 20
   - Spaltlampen anderer Herkunft und Bauart 20
2. Das Beobachtungsgerät 22
   - Das Czapskische binokuläre Mikroskop 22
   - Das Koeppesche Augenmikroskop 24
3. Ratschläge für die Anschaffung der Spaltlampengeräte 25

III. Die Untersuchungsmethoden an der Spaltlampe

1. Die Untersuchung im direkten Licht 27
   - Die Tiefenlokalisation nach Vogt 29
   - Messung der Kammertiefe nach Ulbrich 30
   - Größenmessungen mit dem Okularmikrometer 30
2. Die Untersuchung im indirekten Licht 31
3. Die Untersuchung im durchfallenden Licht 32
4. Die Untersuchung im Spiegelbezirk 33
   - Spiegelbilder und Spiegelbezirke 35

Seite

5. Allgemeine praktische Ratschläge für die Untersuchung an der Spaltlampe 37
Ratschläge für die ersten Übungen 38

IV. Klinischer Teil

1. Die Bindehaut
Spezielle Untersuchungstechnik 40
Die normale Bindehaut 40
Pathologische Veränderungen der Bindehaut 42

2. Die Hornhaut
Spezielle Untersuchungstechnik und normales Aussehen 44
Die Tiefenlokalisation im schmalen Büschel 46
Angeborene Anomalien der Hornhaut 49
Altersveränderungen der Hornhaut 50
Verletzungen 53
Tumoren 57
Allgemeines über die Entzündungen der Hornhaut 57
Besondere Erkrankungsformen der Hornhaut 61

3. Die vordere Kammer
Messungen der Kammertiefe 70
Die Untersuchung des Kammerinhaltes 71
Spezielle Untersuchungstechnik 71
Die Wärmeströmung des Kammerwassers 73
Pathologischer Kammerinhalt 75
Einige besondere Erkrankungsformen 77

4. Die Iris
Spezielle Untersuchungstechnik 78
Die normale Iris 79
Angeborene Anomalien 81
Senile Veränderungen 83
Verletzungen 84
Tumoren und Cysten 86
Entzündungen der Iris 86
Besondere Erkrankungsformen 90

5. Die Linse
Spezielle Untersuchungstechnik 91
Die normale Linse 93
Die Nahtsysteme 96
Der Linsenchagrin 97
Die Linsendicke 98
Angeborene Anomalien 98
Die angeborenen Stare 100

Seite

Früh erworbene Starformen 104
Senile Veränderungen 106
Die Cataracta senilis 108
Die Cataracta secundaria 114
Lageveränderungen der Linse 116
Verletzungen der Linse 118
Die Cataracta complicata und exogene Stare 122

6. Der Glaskörper
Spezielle Untersuchungstechnik 124
Der normale Glaskörper 125
Angeborene Anomalien und senile Veränderungen 128
Verletzungen des Glaskörpers 129
Erkrankungen des Glaskörpers 130

7. Der Kammerwinkel 134
Methodik der Kammerwinkeluntersuchung nach Koeppe 135
Der normale Kammerwinkel 137
Senile Veränderungen 137
Der Kammerwinkel bei Glaukoma simplex 138
Chalkosis des Kammerwinkels 138

8. Der Augenhintergrund 138
Die Untersuchungsmethodik nach Koeppe 140
Die klinische Bedeutung der Mikroskopie des lebenden Augenhintergrundes an der Spaltlampe 141

Literatur 145
Namen-Verzeichnis 159
Sach-Verzeichnis 160

V. Atlas typischer Spaltlampenbefunde an normalen und pathologischen Augen
1. Die Bindehaut . . . . . Tafel 1—3
2. Die Hornhaut . . . . . „ 4—19
3. Die vordere Kammer . . . . . „ 20—22
4. Die Regenbogenhaut . . . . . „ 23—29
5. Die Linse . . . . . „ 30—55
6. Der Glaskörper . . . . . „ 56—59
7. Der Kammerwinkel . . . . . „ 60
8. Der Augenhintergrund . . . . . „ 61—64

Einleitung.

Die hervorragende Bedeutung der Gullstrandschen Spaltlampe dürfte heute nicht mehr ernstlich bestritten werden. Während noch vor kurzer Zeit bei vielen Ophthalmologen eine merkliche Abneigung gegen die komplizierte Apparatur und die scheinbar unnötige Erschwerung der Untersuchungstechnik unverkennbar war, genügt heute ein auch nur oberflächlicher Einblick in die einschlägige Literatur, um die zunehmende Verbreitung der Spaltlampe zu erkennen. Das beweist nicht nur die Fülle der Spezialveröffentlichungen der letzten Jahre über Apparatur, Methodik und deren Ergebnisse, sondern erfreulicherweise sieht man auch in rein klinischen Mitteilungen die Spaltlampe immer mehr das unentbehrliche Untersuchungsinstrument des praktischen Augenarztes werden. Eine neue Nomenklatur und eine veränderte Art der Abbildung von Augenerkrankungen ist durch sie geschaffen, deren Unkenntnis das Studium eines Teiles der heutigen ophthalmologischen Literatur sehr erschwert, wenn nicht in manchen Fällen unmöglich macht. Schon längst ist die Spaltlampe nicht mehr das Instrument ausschließlich der wissenschaftlichen Forschung, sondern das der täglichen Praxis. Sie ermöglicht nicht selten Früh- und Differentialdiagnosen, die mit anderen Methoden nicht zu stellen sind. Ebenso ist die Verfolgung des Krankheitsverlaufs außerordentlich verfeinert. Unser therapeutisches Handeln bekommt hierdurch eine erhöhte Sicherheit und die Wahl der Operationsmethode ist in vielen Fällen direkt vom Untersuchungsergebnis an der Spaltlampe abhängig. Dabei bedeutet die erhebliche Verfeinerung der Untersuchung bei einiger Übung durchaus keine Zeitversäumnis. Es läßt sich vielmehr nicht selten in kürzester Zeit ein sicherer Befund erheben, der sonst nur durch wiederholte Untersuchungen bei längerer Beobachtungsdauer möglich ist. Der geringe Aufwand an Zeit und Mühe für die Erlernung der Technik kann somit großen Nutzen für den Patienten bringen. Für den Augenarzt bleibt noch ein weiterer, vielleicht nicht ganz zu unterschätzender Vorteil, der ästhetische Genuß, den die Fülle der neuen, oft überraschend schönen Bilder zu vermitteln vermag und der in die Praxis ein belebendes Moment hineinbringt.

FEB 16 1929

I.

Das Wesen der Spaltlampenbeleuchtung.

Die Spaltlampenbeleuchtung ist eine maximal gesteigerte, fokale, seitliche Beleuchtung. Die fokale Beleuchtung, seit über 100 Jahren in der Augenheilkunde angewandt, besteht in der Steigerung des Helligkeitskontrastes der zu untersuchenden Gewebspartie des Auges im Vergleich zur Umgebung. Infolge der chromatischen und sphärischen Aberration der hierbei benutzten einfachen Konvexlinsen ist die Methode jedoch recht unvollkommen und es resultiert im besten Falle eine diffuse, ungleichmäßige Beleuchtung, die man durch veränderte Einstellung der hellsten Zone in dem zu untersuchenden Gebiet möglichst auszunutzen sucht.

Eine gleichmäßige diffuse, seitliche Beleuchtung ist durch die Einrichtung erreicht, die Zeiss-Jena nach den Angaben von Gullstrand und in der von Lukanus veränderten Montierung am Czapskischen binokulären Hornhautmikroskop angebracht hat. Sie ermöglicht gute Übersichtsbilder, erlaubt jedoch nicht das Herausheben bestimmter Gewebspartien durch scharfbegrenzte, zirkumskripte Beleuchtung.

Diese Forderung ist in idealer Weise bei der Gullstrandschen Spaltlampe verwirklicht. Durch Verwendung des spezifisch sehr hellen Leuchtfadens der Nitralampe, für besondere Zwecke des Kraters der Mikrobogenlampe, ist unter exakter Abblendung aller störenden Seitenstrahlen die Helligkeit des fokalen Büschels erheblich gesteigert. So können mikroskopische Vergrößerungen bis über 100fach angewandt werden. Weiteren Steigerungen der Vergrößerung ist durch die Unruhe des Objektes, die physiologischen Oszillationen des Auges, eine Grenze gesetzt.

Das prinzipiell Neue liegt aber nicht in der Steigerung der Helligkeit, sondern in der Form des fokalen Büschels. Als solche ist eine einfache mathematische Figur, ein aufrechtstehendes schmales Rechteck gewählt worden. Ein scharf begrenztes kleines Feld läßt sich hierdurch hell und gleichmäßig beleuchtet aus seiner Nachbarschaft herausheben und im binokulären Mikroskop einstellen. Daß hierbei die benachbarten Teile immer noch schwach aufleuchten, ist durch die diffuse innere Reflexion der direkt beleuchteten Gewebspartie bedingt, die dadurch selbstleuchtend und zu einer neuen schwachen Lichtquelle wird. Immerhin ist die Steige-

rung des optischen Kontrastes eine so außerordentliche, daß die geforderte ideale Beleuchtung praktisch mit hoher Vollkommenheit erreicht ist.

Durch eine besondere Vorrichtung läßt sich die seitliche Ausdehnung des fokalen Lichtbüschels soweit verringern, daß wir von einer rein linearen Abbildung nicht mehr weit entfernt sind. Schicken wir ein solches Lichtbüschel in die brechenden Medien des Auges hinein, so heben wir eine einzige Ebene direkt beleuchtet heraus. Tiefenunterschiede treten hierbei mit größter Genauigkeit hervor und es läßt sich das Auge in einer solchen Ebene Schicht für Schicht absuchen. Wir kommen auf diese Weise zu dem Begriff des „optischen Schnittes". Die Beobachtung im engen Büschel ist eine der wichtigsten Untersuchungsmethoden an der Spaltlampe. Die mit Recht gewählte Bezeichnung „Mikroskopie des lebenden Auges" ist auf sie zurückzuführen.

Die diffuse Beleuchtung am Hornhautmikroskop ist also von der Spaltlampenbeleuchtung prinzipiell zu trennen. Die Beobachtungsgebiete für beide Beleuchtungsarten sind heute gut voneinander abgegrenzt. Die eine schließt die andere nicht aus, ebensowenig wie die gewöhnliche Art zu mikroskopieren etwa durch die Ultramikroskopie überflüssig geworden ist. Der Augenarzt braucht daher Apparate, die beide Beleuchtungsarten in sich vereinigen. Man kann dazu am Mikroskop der Spaltlampe den Beleuchtungsbogen nach Lukanus anbringen, so daß diffuse und Spaltlampenbeleuchtung in schnellem Wechsel nebeneinander benutzt werden können. Aber auch mit der Spaltlampe allein kann durch eine kleine Änderung der Stellung der Nitralampe eine genügend gleichmäßige diffuse Beleuchtung erzielt werden.

II.

Die Apparatur.

1. Die Beleuchtungseinrichtung.

H. Wolf hat als erster das Prinzip der fokalen Beleuchtung in die ophthalmologische Untersuchungstechnik eingeführt. Er konstruierte einen Augenspiegel, dessen Lichtquelle in dem Kohlenfadenbüschel einer kleinen elektrischen Kohlenfadenlampe bestand. Sie ist gleichzeitig mit der zugehörigen Konvexlinse in ein zylindrisches Metallrohr eingebaut. Ein Planspiegel ändert die Strahlenrichtung um 90°. Das prinzipiell Neue dieses elektrischen Augenspiegels besteht darin, daß nicht wie vorher ein größeres Stück des Augenhintergrundes diffus beleuchtet, sondern der Leuchtfaden des Glühlämpchens auf dem Augenhintergrunde scharf abgebildet wird, so daß ein kleines hell beleuchtetes Feld aus dunkler Umgebung herausgehoben und somit eine erhebliche Steigerung des Helligkeitskontrastes erreicht wird.

Der Verbreitung dieser Methode, die zweifellos einen Fortschritt gegenüber der Ophthalmoskopie im diffusen Licht bedeutet, standen jedoch eine Reihe von Mängeln im Wege, die eine volle praktische Ausnützung des neuen Beleuchtungsprinzipes nicht erlaubten. Die Lichtstärke der Kohlenfadenlampe ist zu gering und außerdem ist die fokale Abbildung des Leuchtfadens recht unscharf.

Das Beleuchtungsprinzip der Spaltlampe.

Die Lösung des Beleuchtungsproblemes fand Gullstrand mit der Konstruktion seiner Spaltlampe. Sie verdankt ihren Namen dem besonderen Beleuchtungsprinzip. Es wird nämlich nicht die Lichtquelle selbst zur Beleuchtung benutzt, sondern ihr in einem Spalt scharf abgebildetes umgekehrtes, reelles Bild. Diese sekundäre Lichtquelle wird durch eine Konvexlinse in dem zu untersuchenden Gewebe mit scharfen Grenzen und frei von störendem Hof und Seitenlicht abgebildet. Außer dieser prinzipiell neuen Beleuchtungsart wurde eine starke Erhöhung der Helligkeit durch entsprechende Wahl der Lichtquelle erzielt. Gullstrand wählte zunächst die Nernstlampe, deren etwa 2 cm

langer stäbchenförmiger Leuchtfaden ein spezifisch sehr helles und homogenes Licht lieferte. Die Nernstlampe wird seit mehreren Jahren nicht mehr hergestellt, so daß die Beschaffung anderer Lampen notwendig wurde. Heute wird vor allem die Nitralampe benutzt. Daneben kommt für Untersuchungen, die eine noch größere Helligkeit erfordern, die Mikrobogenlampe in Betracht. Die englische Punktlampe, die sogenannte Pointolitelampe, hat in Deutschland kaum Eingang gefunden.

Die Nitralampe.

Die Nitralampe (Abb. 9) ist eine stickstoffgefüllte 50kerzige Halbwattlampe, die eine Stromstärke von 8—12 Volt erfordert. Durch Vorschaltwiderstand läßt sich der Stadtstrom leicht auf die notwendige Spannung herabsetzen. Für gewöhnliche Untersuchungen reichen 8 Volt aus. Gelegentlich z. B. bei Untersuchung des Glaskörpers und bei feinster Tiefenlokalisation im engen Büschel, kann man durch Übervolten um 2—3 Volt die Lichtstärke wesentlich erhöhen. Die Lebensdauer der Nitralampe wird durch öftere und längere Stromüberlastung verkürzt. (Der Widerstand wird von der Firma Zeiss-Jena mit einem Anschlag geliefert, der einer Einstellung von 8 Volt entspricht. Eine Übervoltung ist nur nach Lösen der Anschlagschraube möglich.)

Die Nitralampe hat gegenüber der Nernstlampe den Vorzug geringerer Zerbrechlichkeit und größerer spezifischer Helligkeit, dagegen den Nachteil einer geringeren Homogenität des Lichtes. Der Wolframfaden der Nitralampe ist nämlich zu einer kurzen senkrecht stehenden Spirale aufgerollt. Wenn auch die einzelnen Windungen sehr nahe beieinanderliegen, so ist doch das Auftreten farbiger Ränder leichter möglich als bei der Nernstlampe. Wie diese zu vermeiden sind, wird später gezeigt werden.

Die Bogenlampe.

Die elektrische Bogenlampe übertrifft alle übrigen Lichtquellen durch größere Helligkeit und rein weiße Farbe. Sie ist daher für Untersuchung von Geweben mit geringer innerer Reflexion, z. B. für den Glaskörper, ebenso für die Kammerwinkel- und Augenhintergrundsmikroskopie zu bevorzugen, wenn auch nicht direkt unentbehrlich. Sie verdankt ihre Einführung in die Spaltlampenbeleuchtung einer Anregung Koeppes und später Vogts. Die neuen, von Zeiss-Jena hergestellten Modelle sind recht handlich. Eine Gefahr für das Auge durch die Lichtstärke und Erwärmung

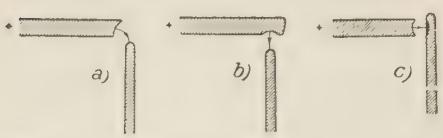


Abb. 1. *a)* Richtige, *b)* und *c)* falsche Stellung der Kohlenstifte. Als Lichtquelle dient der Krater der horizontalen, positiven Kohle.

besteht nicht. Eine Kühlküvette mit Kupfersulfatlösung sorgt außerdem für die Absorption von Wärmestrahlen. Als Lichtquelle dient der Krater der positiven horizontal stehenden Kohle (Abb. 1).

Der Kondensor.

Der Kondensor besteht aus zwei plankonvexen Linsen, die ihre konvexen Flächen einander zukehren. Die Brechkraft des Kondensors beträgt ungefähr + 23 dptr. Er ist in einer zylindrischen Metallhülse befestigt. In dieser ist horizontal verschieblich eine zweite Metallhülse angebracht, die durch eine seitliche Schraube fixierbar ist. Die Verschiebung in der Richtung der optischen Achse ist notwendig, um den Leuchtfaden in die richtige Entfernung vom Kondensor bringen zu können. Da die Lampen nicht absolut gleichmäßig hergestellt werden können, eine genaue Einstellung in die optische Achse des Kondensors aber unbedingt erforderlich ist, sind Nitralampe und Bogenlampe durch Schrauben in ihrem Gehäuse horizontal und vertikal verschieblich.

Der Spalt.

Durch die Wahl der Nernstlampe als Lichtquelle war die Form des Spaltes gegeben. Den Metallfaden der später eingeführten Nitralampe hat man für die Spaltlampenbeleuchtung in eine entsprechende Form gebracht. Der Spalt hat einen vertikalen Durchmesser von etwa 10 mm, während der horizontale 3 mm beträgt. Oberhalb des Spaltes (bei der Bogenlampe unterhalb) befindet sich eine Schraubenspindel, durch die der horizontale Durchmesser verkleinert werden kann. Dreht man die Schraube soweit nach links, daß eben noch Licht durch den Spalt hindurchgeht, so beträgt seine Weite ungefähr 0,5 mm und noch darunter. Wir haben dann praktisch ein lineäres Büschel, das für den optischen Schnitt und die Tiefenlokalisation im maximal verengten Büschel in Anwendung kommt.

Hinter dem Spalt ist eine drehbare Revolverblende angebracht, die eine dem maximal geöffneten Spalt entsprechende, länglich rechteckige Öffnung und zwei kreisförmige Lochblenden von 2 und 1 mm Durchmesser enthält. Durch Vorschalten einer solchen Lochblende erhalten wir ein zylindrisches, fokales Büschel.

Die Beleuchtungslinse.

Zur fokalen Abbildung des leuchtenden Spaltes diente Anfangs eine besondere Linse, die nach den Angaben Gullstrands von v. Rohr berechnete aplanatische Ophthalmoskopierlinse, mit einer asphärischen Fläche und einer Brennweite von 7 cm. Die stärker gekrümmte asphä-

rische Fläche wird der Lampe zugekehrt. Sie wurde nach dem Vorschlag Gullstrands zunächst in etwa 40 cm Entfernung von der Lampe mit der Hand gehalten. Später wurde sie zusammen mit der Beleuchtungseinrichtung auf einen horizontal gestellten Arm montiert. Bei voller Öffnung treten farbige Ränder auf, da die Linse nicht chromatisch korrigiert ist. In der Folgezeit hat die Ophthalmoskopierlinse manche Wandlungen in ihrer äußeren Form durchgemacht, um sie handlicher zu machen und den Veränderungen des Strahlenganges anzupassen. Sie besteht jetzt aus einem rechteckigen, zentralen Ausschnitt mit Blenden verschiedener Größe. Für besondere Untersuchungen ist eine Linse von 10 cm Brennweite recht brauchbar. Sie gibt eine weniger verkleinerte und somit etwas lichtschwächere Abbildung des Spaltes. Für die Bogenspaltlampe ist eine Linse größeren Ausmaßes von Vogt angegeben.

Der Strahlengang.

a) Die Gullstrandsche Montierung.

Eine stark vereinfachte, konstruktive Darstellung des Strahlenganges bei der ursprünglichen Gullstrandschen Montierung ist in Abbildung 2

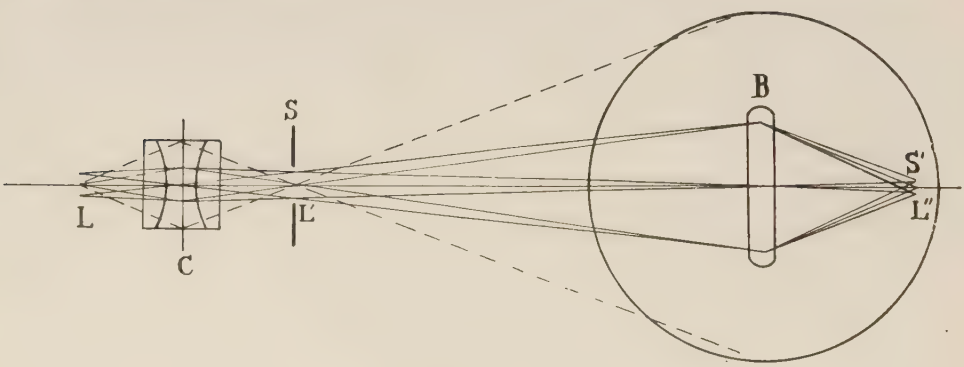


Abb. 2 Strahlengang bei der Gullstrandschen Montierung.
Die Lichtquelle = L wird vom Kondensor = C im Spalt = S abgebildet = L'. Den Spalt verläßt ein stark divergentes Lichtbüschel, aus dem die Beleuchtungslinse = B ein Büschel herausschneidet und zu einem reellen Bild vereinigt. Dieses setzt sich zusammen aus L'' = Abbildung von L' und S' = Abbildung von S.

gegeben. In L ist durch drei Punkte der Glühkörper der Lichtquelle angedeutet, C = Kondensor, S = Spalt, B = Beleuchtungslinse, die um 90° zur optischen Achse gedreht gezeichnet ist. Die Lichtquelle L befindet sich im Brennpunkt der vorderen Kondensorlinse. In der Brennebene der hinteren Kondensorlinse liegt der Spalt, so daß das umgekehrte reelle Bild L' der Lichtquelle L genau mit dem Spalt zusammenfällt. Jenseits des Spaltes entsteht ein stark divergentes Büschel, dessen Querschnitt in der Ebene der Beleuchtungs-

linse *B* durch einen ebenfalls um 90° zur optischen Achse gedrehten Kreis angegeben ist. (In Wirklichkeit ist der Durchschnitt nicht kreisförmig, sondern ein stehendes Oval.) Die in die Beleuchtungslinse fallenden Strahlen des Lichtbüschels werden in etwa 8 cm Entfernung (eine Linse von 7 cm Brennweite vorausgesetzt) zum Schnitt gebracht. Es entsteht so ein umgekehrtes, scharfes Bild des Spaltes, nämlich *S'* und mit ihm zusammenfallend das Bild *L''* von *L'*, das ja im Spalt liegt. Das umgekehrte reelle Bild des homogenen Leuchtfadens der Nernstlampe füllte den Spalt gut aus, so daß die fokale Abbildung des Spaltes praktisch homogen war. Beugungserscheinungen blieben aber besonders bei Verengerung des Spaltes nicht ganz aus. Bei der Verwendung der Nitralampe machte sich nun störend bemerkbar, daß *L'* den Spalt nicht mehr völlig ausfüllte. Der Rest des Spaltes war schwach diffus beleuchtet. Es entstand daher jenseits der Beleuchtungslinse ein doppeltes Bild; das lichtstarke *L''* und *S'*, das Bild des diffus beleuchteten Spaltes, das einen lichtschwachen, unscharf begrenzten Hof erzeugte. Außerdem traten bei fokaler Einstellung in den brechenden Medien starke Beugungserscheinungen auf, die ihre Ursache in dem spiralig aufgewundenen Leuchtkörper der Nitralampe haben. Mit dem Ersatz der Nernstlampe durch die Nitralampe wurde daher eine Veränderung des Strahlenganges notwendig. Besonders auf die Anregung Vogts und von seinen Versuchen ausgehend, wurde eine Montierung eingeführt, die schon vor mehreren Jahren von Köhler für die Mikrophotographie angegeben war.

b) Die Köhler-Vogtsche Montierung.

Von der Art des Strahlenganges bei dieser Montierung gibt die Abbildung 3 eine Vorstellung. Die Lichtquelle *L* ist dem Kondensor *C* soweit genähert, daß das Bild *L'* nicht mehr im Spalt liegt, sondern auf der Vorderfläche der Beleuchtungslinse. Es entsteht hier ein vergrößertes, umgekehrtes, reelles

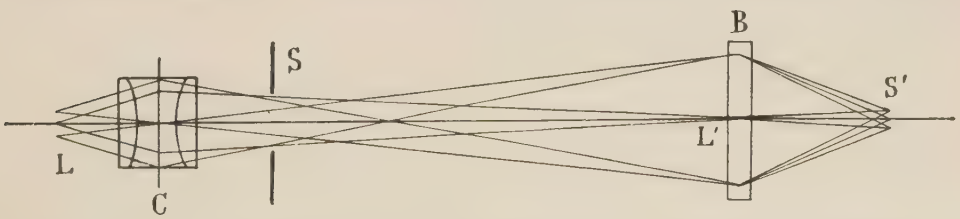


Abb. 3. Strahlengang bei der Köhler-Vogtschen Montierung. Die Lichtquelle = *L* ist dem Kondensator = *C* soweit genähert, daß die Abbildung von *L* = *L'* nicht mehr im Spalt = *S* liegt, sondern in der Ebene der Beleuchtungslinse = *B*. In *S'* erscheint nur noch ein Bild des homogen beleuchteten Spaltes = *S*.

Bild der Spirale der Nitralampe, dessen Breite nur wenig die der jetzt üblichen Beleuchtungslinsen übertrifft, während die Höhe etwa 3—4mal so groß ist wie der Vertikaldurchmesser der Linse (Abb. 3). Es fallen demnach 5—6 Windun-

gen der Spirale auf die Beleuchtungslinse. Der Lichtverlust ist aber erheblich kleiner als bei der ursprünglichen Montierung.

Weitere Vorteile ergeben sich aus dem Strahlengang. Das Bild *L'*, das wie erwähnt auf der Vorderfläche der Beleuchtungslinse liegt, kommt aus physikalisch-optischen Gründen für den weiteren Strahlengang nicht mehr in Betracht, da es in sich selber abgebildet wird. Es entsteht daher durch Vereinigung der Lichtstrahlen jenseits der Beleuchtungslinse nur das Bild des Spaltes *S'*. Der Spalt selber ist aber nur durch Zerstreuungskreise, die einander überdecken, d. h. vollkommen homogen beleuchtet. In *S'* erscheint daher keine Abbildung von Windungen der Leuchtspirale, sondern ein völlig homogenes, scharf begrenztes Leuchtfeld, dessen Form und Größe bei Beleuchtungslinsen gleicher Brechkraft nur von der des Spaltes abhängig ist.

Für die Mikroskopie des lebenden Auges kommt heute in erster Linie diese Montierung in Frage. Nur für die diffuse Beleuchtung d. h. bei nicht fokaler Einstellung des Lichtbüschels hat die Gullstrandsche Montierung bestimmte Vorzüge. Die heutigen Modelle der Gullstrandschen Spaltlampe erlauben in einfachster Weise den Köhlerschen in den Gullstrandschen Strahlengang zu verwandeln.

Die optischen Eigenschaften des fokalen Büschels.

Eine gute Vorstellung von den optischen Eigenschaften des Lichtbüschels nach dem Austritt aus der Beleuchtungslinse gewinnt man, indem man es durch ein passend geformtes Glasgefäß hindurchtreten läßt, das mit Fluorescinlösung oder mit Leitungswasser, dem einige Tropfen einer Argentum-nitricum-Lösung

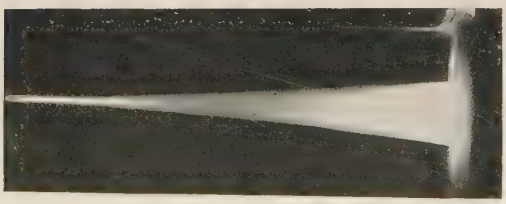
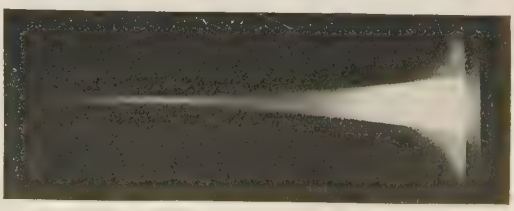


Abb. 4. Das Lichtbüschel jenseits der Beleuchtungslinse, Gullstrandscher Strahlengang, weiter Spalt. Die präfokale Zone ist homogen, in der fokalen Zone ist die Streifenbildung eben noch zu erkennen.

Abb. 5. Das Lichtbüschel jenseits der Beleuchtungslinse, Köhler-Vogtscher Strahlengang, weiter Spalt. Die präfokale Zone ist inhomogen, die fokale vollkommen homogen beleuchtet.



zugesetzt sind, gefüllt ist (Abb. 4—6). Man sieht dabei aus der Beleuchtungslinse ein schnittstrebiges Büschel heraustreten, das im ganzen die Form einer

vierseitigen Pyramide hat, deren Basis der Beleuchtungslinse entspricht. Mit weiterer Entfernung von der Linse verjüngt sich das Lichtbüschel zunehmend, um bei einer Linse von 7 cm Brennweite in etwa 8 cm Abstand von ihr seine größte Einengung zu erreichen. Diese „fokale Zone" entsteht praktisch nicht nur in einer einzigen, zur optischen Achse senkrechten Ebene, sondern auf einer Längenausdehnung von etwa 2 mm, so daß im fokalen Bezirk das Lichtbüschel ein rechtwinkliges Prisma darstellt, dessen Höhe und Breite unter

Abb. 6. Das Lichtbüschel jenseits der Beleuchtungslinse, Köhler-Vogtscher Strahlengang, Lochblende. Die Inhomogenität der präfokalen Zone tritt noch deutlicher hervor. Die fokale Zone ist vollkommen homogen beleuchtet.

sonst gleichen optischen Bedingungen nur von der des Spaltes abhängt. Verengert man den Spalt, so schnürt sich das fokale Lichtbüschel bei gleichbleibender Höhe seitlich immer mehr ein, bis wir praktisch zu einer vertikal stehenden, in der optischen Achse verlaufenden Lichtebene kommen. Schaltet man ein Lochbüschel vor den Spalt, so schnürt sich die fokale Zone allseitig ein, und es entsteht so ein zylindrisches Lichtbüschel.

In der scharfen Einstellung dieser fokalen Zone auf eine Gewebspartie des Auges besteht die wichtigste Untersuchungsmethode an der Spaltlampe, die Beobachtung im direkten, fokalen Licht, die uns die maximale Steigerung des optischen Kontrastes und damit die beste Ausnützung der fokalen seitlichen Beleuchtung gewährleistet. Stellt man dagegen das Lichtbüschel nicht scharf ein, so ergibt sich eine diffuse Beleuchtung, die je nach Lage der fokalen Zone eine prä- oder postfokale Einstellung ist, also eine Untersuchung im konvergenten bzw. divergenten Strahlenbüschel.

Abb. 7a

Abb. 7a u. b. Das Lichtbüschel wurde auf eine berußte Glasplatte fokal eingestellt und bei 20facher Vergrößerung photographiert.
a) Die kleine, unscharf begrenzte und inhomogene fokale Zone beim Gullstrandschen Strahlengang.
b) Die wesentlich größere, scharf begrenzte und vollkommen homogen beleuchtete, fokale Zone beim Köhler-Vogtschen Strahlengang.

Abb. 7b

Bei der praktischen Wichtigkeit, welche der fokalen Zone zukommt, ist eine genauere Untersuchung ihrer optischen Eigenschaften notwendig. Abbildung 7a u. b zeigt nebeneinander den Fokus des Lichtbüschels bei der Gull-

strandschen und Köhlerschen Montierung unter Verwendung der Nitralampe. Beide Bilder wurden unter den gleichen Bedingungen gewonnen. Das Lichtbüschel wurde auf eine berußte Glasplatte fokussiert und bei 20facher Vergrößerung photographiert. Bei der Gullstrandschen Einstellung ist der Fokus unscharf begrenzt und nicht homogen beleuchtet, vielmehr in der Mitte heller als am Rande. Außerdem lassen sich in der Mitte einzelne Windungen der Spirale der Nitralampe wiedererkennen, die bei Einstellung durch deutliche Farbenerscheinungen sehr störend wirken. Besonders starke Farbenränder treten bei Verengerung des Büschels durch Beugungserscheinungen auf, so daß eine Untersuchung im optischen Schnitt und mit dem Lochbüschel praktisch unmöglich wird. Eine einwandfreie Homogenität des Lichtes ist dagegen im prä- wie im postfokalen Teil des Strahlenganges festzustellen.

Wesentlich besser sind dagegen die optischen Bedingungen im fokalen Abschnitt bei der Köhlerschen Einstellung. Untersucht man den Strahlengang jenseits der Beleuchtungslinse in Fluorescinlösung oder auf einer berußten Glasplatte in verschiedener Entfernung, so erkennt man, daß bei Austritt des Lichtes aus der Linse von einem homogenen Büschel nicht die Rede sein kann, vielmehr erzeugen die 4—5 Windungen der Leuchtspirale der Nitralampe hellere und dunklere, konvergent verlaufende Streifen. Im Fokus selber ist aber davon nichts mehr zu erkennen, vielmehr entsteht auf dem dunklen Schirm eine gleichmäßig beleuchtete Stelle mit scharfen farblosen Rändern, etwas lichtstärker als bei dem Gullstrandschen Strahlengang und wesentlich größer. Die Abbildung 7a und b gibt von diesen Verhältnissen eine gute Vorstellung.

Die praktisch wichtigsten Unterschiede zwischen Gullstrandscher und Köhlerscher Montierung sind demnach folgende:

Gullstrandscher Strahlengang	Köhler-Vogtscher Strahlengang
prä- und postfokal: homogen	inhomogen
fokal: inhomogen, unscharf begrenzt, mit farbigen Rändern.	homogen, scharf begrenzt frei von Farbenerscheinungen
Verengtes Büschel: zunehmende Farbenerscheinungen.	geringe, nicht störende Farbenerscheinungen.

Hieraus geht hervor, daß für die fokale Einstellung nur die Köhlersche Montierung in Frage kommt, während die Gullstrandsche Vorzüge für die diffuse Beleuchtung hat. Aber auch die Köhlersche Montierung reicht hierfür aus, wenn man auf Farbenerscheinungen keine Rücksicht zu nehmen

braucht. Die Originalmontierung ist die Köhlersche, aus der man mit einem Handgriff die Gullstrandsche herstellen kann.

Von Interesse ist noch die Helligkeit des fokalen Büschels, die abhängt von der Lichtquelle, dem Strahlengang und der Brechkraft der Beleuchtungslinse. Es folgen zunächst Werte, wie sie von Vogt durch direkten Vergleich gewonnen wurden und bei denen die fokale Lichtstärke des Lichtbüschels bei Gullstrandscher Montierung und Nernstlampe gleich 1 gesetzt wurde.

Helligkeit des Lichtbüschels der Nernstlampe, Gullstrandsche Montierung = 1
„ „ „ „ Nitralampe „ „ = 2,4
„ „ „ „ Nitralampe Köhler-Vogtsche „ = 3,3
„ „ „ „ Bogenlampe, Gullstrandsche „ = 24,0

Genaue photometrische Messungen verdanken wir Hartinger. Seine Tabellen enthalten die durchschnittlichen Beleuchtungsstärken im fokalen Abschnitt des Lichtbüschels bei verschiedenen Lichtquellen und Brennweiten der Beleuchtungslinse. Die von H. errechneten Werte bei Benutzung der Gullstrandschen asphärischen Ophthalmoskopierlinse sind fortgelassen, da diese Linse bei der Spaltlampenbeleuchtung heute kaum mehr in Anwendung kommen dürfte.

Durchschnittliche Lichtstärken der fokalen Zone bei Verwendung der Vogtschen Beleuchtungslinse f = 7 cm, Blendenöffnung = 10:16 mm

Lichtquelle	Volt	Ampère	Beleuchtungsstärken in Lux
Nernstbrenner	110	0,48	48 100
Pointolitelampe	35	0,60	56 300
Nitralampe	8	3,4	125 000
„	10	3,9	279 000
„	12	4,3	501 000
Bogenlampe	58	3,4	2417 000

Durchschnittliche Lichtstärken der fokalen Zone bei Verwendung der Vogtschen Beleuchtungslinse f = 10 cm, Blendenöffnung = 10:16 mm

Lichtquelle	Volt	Ampère	Beleuchtungsstärke in Lux
Nernstbrenner	110	0,48	18 800
Pointolitelampe	35	0,60	22 000
Nitralampe	8	3,4	49 000
„	10	3,9	109 000
„	12	4,3	196 000
Bogenlampe	58	3,4	945 000

Als praktisch wichtige Tatsache ergibt sich aus diesen Tabellen die Überlegenheit der Nitralampe, wenn man von der Bogenlampe absieht. Besonders betont sei die große Steigerung der Helligkeit des fokalen Abschnittes bei Übervoltung der Nitralampe. Man wird daher von dieser Methode ausgiebig Gebrauch machen, wenn es sich um feinste Tiefenlokalisation im maximal verengten oder Lochbüschel und um Untersuchung lichtschwacher Gebilde, also namentlich des Glaskörpers handelt. Ebenso läßt sich auf Grund des Zahlenmaterials der

Verwendungsbereich der Beleuchtungslinsen verschiedener Brechkraft abgrenzen. Für die Nitralampe kommt so gut wie ausschließlich eine Linse von 7 cm Brennweite in Frage, während man bei der Bogenlampe eine von f = 10 cm und höher benutzt, um die Vorteile der langen Brennweite auszunutzen. Diese bestehen in der besseren Handlichkeit infolge des größeren Abstandes zwischen Auge und Beleuchtungslinse, der weiter eine Verkleinerung des Winkels zwischen Beobachtungs- und Beleuchtungsrichtung und damit tieferes Eindringen in den Glaskörper erlaubt. Der größere Durchmesser der fokalen Zone ist von geringerer Bedeutung. Sehr instruktiv ist der Vergleich der Helligkeit bei Übervoltung der Nitralampe auf 12 Volt. Die Beleuchtungslinse von f = 7 cm gibt eine Beleuchtungsstärke von 500000 Lux, während bei f = 10 cm nur eine solche von 196000 Lux erreicht wird. Ebenso groß ist der Unterschied bei der Bogenlampe, doch genügt hier die Beleuchtungsstärke bei einer Linse mit der Brennweite 10 cm vollkommen.

Der äußere Aufbau der Gullstrandschen Spaltlampe.

Von der ersten Spaltlampe Gullstrands, die ursprünglich als Einzelgerät gedacht war, und keine feste Verbindung mit der Bildlinse aufwies, bis zum heutigen Modell, ist ein weiter Weg. Unter reger Mitarbeit namhafter Ophthalmologen sind eine Menge von Änderungen und Zusatzapparaten entstanden,

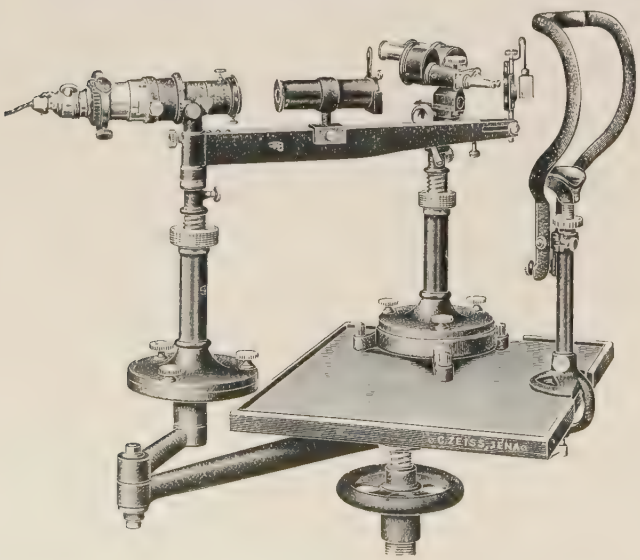


Abb. 8. Nitra-Spaltlampe mit schwenkbarem Doppelarm an der Säule des Tisches befestigt. Auf dem Beleuchtungsarm ein einfaches Blendenrohr. An der Beleuchtungslinse ist ein kleiner Silberspiegel (Koeppe) mit biegbarem Draht festgeklemmt. Kinnstütze mit Stirnstütze.

welche die Spaltlampe neuen Aufgaben entgegenführte und zwangsläufig mit dem weiteren Ausbau der Untersuchungstechnik notwendig wurden. Die einzelnen Etappen dieses Weges zu beschreiben, muß unterbleiben, so reizvoll es auch erscheinen möchte. Es soll hier nur eingehend auf das heutige Modell der Firma C. Zeiss-Jena eingegangen werden, an dessen Aufbau Prof. Henker-Jena einen hervorragenden Anteil hat.

Abbildung 8 zeigt die fertig aufgestellte Nitraspaltlampe. An einem massiven, gußeisernen Tisch mit Glasplatte, der durch eine Schraubspindel in seiner Höhe verstellt werden kann, ist mit einem schwenkbaren Doppelarm die gesamte Beleuchtungseinrichtung angebracht. Letztere ist durch eine kleine Höhenverstellung in ihrer Höhenlage regulierbar und kann von beiden Seiten bequem an das Patientenauge herangeführt werden. Verstellbare Kinn- und Stirnstütze dienen zur Fixation des Kopfes des zu Untersuchenden. Sie sind durch Schraubspindeln in die gewünschte Stellung zu bringen. Das Beobachtungsinstrument ist von der Beleuchtungseinrichtung getrennt, eine Anordnung, die sich schon frühzeitig als notwendig erwiesen hat. Die Ausnützung der verschiedenen Beleuchtungsmethoden und damit die große Überlegenheit über jede andere Beleuchtungsart ist nur durch diese Trennung möglich geworden. Das Mikroskop ruht auf einem Dreifuß mit Höhenverstellung, der leicht auf der Glasplatte gleitet. Es kann bequem an das Auge herangeführt werden und unter Mikroskopbeobachtung die grobe Einstellung erfolgen. Die feinere Einstellung geschieht durch Zahnstange und Trieb. Von manchen Seiten, namentlich von V o g t, ist der Kreuzschlitten (Abb. 12) zur Aufstellung des Mikroskopes dringend empfohlen worden. Es kommt bei dieser Frage neben den Kosten in der Hauptsache auf die Gewöhnung an. Jedenfalls wird der Dreifuß heute von der überwiegenden Mehrzahl der Ophthalmologen bevorzugt.

Das Nitralampengehäuse stellt Abbildung 9 dar. Wir sehen die Nitralampe *(1)*, die Lampenfassung *(2)* und das Lampenrohr *(3)* mit ausziehbarer Doppelhülse, die durch Führungsschlitze *(4)* gegen Achsendrehungen gesichert ist. Sie gestattet eine horizontale Verschiebung der Lampe, durch die man die K ö h l e r s c h e Montierung durch einen Griff in die G u l l s t r a n d s c h e umwandeln kann. Zwei seitliche Schrauben (5) dienen zur genauen Zentrierung der Nitralampe, deren Schraubenfassungen nicht so gleichmäßig hergestellt werden können, daß die Lampen nach Einschrauben in die Fassungen immer richtig stehen. Auch kann man durch ihre Betätigung oft ein gerades Stück der Leuchtspirale einer Nitralampe einstellen, wenn sie durch längeren Gebrauch gelitten hat.

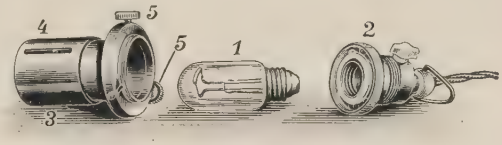


Abb. 9. *1* Nitralampe. *2* Lampenfassung. *3* Lampenrohr mit ausziehbarer Hülse *4*. *5* Schrauben zur Einstellung der Nitralampe in die optische Achse.

Abbildung 10 zeigt die Nitralampe gebrauchsfertig in ihrem Gehäuse. Die Schraube *r* dient zur Feststellung der Lampe nach der Justierung. Die gesamte Lampenhülse einschließlich Kondensor und Spalteinrichtung ist um den mittleren Teil des Rohres drehbar. Die Feststellung erfolgt durch die Schraube *K*.

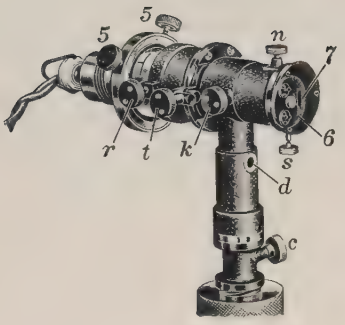


Abb. 10 Fertig montierte Nitra-Spaltlampe *6* = drehbare Blendenscheibe, mit einem länglichen Ausschnitt, dem weiten Spalt entsprechend nur zwei Lochblenden. *s* = Schraube zu Verengerung des Spaltes. *n* = Schraube zu Fixierung der Stirnwand = *7*, die besser um 180° gedreht wird, so daß *s* nach oben steht. *k* = dient zu Fixierung der gesamten Lampe, die um die optische Achse drehbar ist. *t* = Schlittenschraube zur seitlichen Justierung der Lampe. *r* = dient zum Festklammern des Lampenrohres.

Der Spalt wird zunächst genau senkrecht gestellt und dann die Schraube *k* fest angezogen. Es empfiehlt sich dem Spalt eine Stellung zu geben, bei der die Schraubenspindel *s* nach oben steht, also um 180° zur Stellung der Abbildung gedreht. Sie dient zur Regulierung der Spaltweite, muß also leicht zugängig sein. *6* ist die Revolverblende, die neben einer passend geformten Aussparung für die Spaltöffnung zwei kreisförmige Löcher von 2 und 1 mm Durchmesser aufweist. Die Schraube *n* dient zur Fixierung der Spaltvorrichtung, die an den heutigen Modellen mit Rücksicht auf die Bogenlampe um 90° drehbar ist, so daß der Spalt auch horizontal gestellt werden kann. Bei der Nitralampe ist eine Drehung der gesamten Beleuchtungseinrichtung um ihre optische Achse möglich, so daß eine horizontale Stellung des fokalen Büschels damit erreichbar ist. Bei der Bogenlampe muß dagegen die Spalteinrichtung allein gedreht werden können.

In *d* wird mit einer besonderen Schraube der Beleuchtungsarm befestigt. Er trägt neben dem unbedingt notwendigen Blendenrohr die Beleuchtungslinse, deren Horizontalverschiebung durch Zahnstange und Zahnrad *h* erfolgt (Abb. 13), während die Vertikalschiebung durch die von Arruga angegebene Spindel bewerkstelligt wird. Sie hat sich als wertvolle Neueinrichtung erwiesen (Abb. 11). Es ist dadurch möglich geworden, alle notwendigen Verstellungen der Beleuchtungslinse am selben Punkte — dem Ende des Beleuchtungsarmes — auszuführen.

Abb. 11. Beleuchtungslinse nach Vogt. *B* = Blende, *L* = Linse, *T* = Schraube, durch deren Drehung die Beleuchtungslinse nach oben und unten verschoben werden kann (nach Arruga).
Die Schraube weiter links erlaubt eine Verschiebung der Linse in der optischen Achse, dient also zur fokalen Einstellung des Lichtbüschels.

Seit der Einführung des Köhlerschen Strahlenganges wurde die große kreisförmige Ophthalmoskopierlinse Gullstrands, die anfangs auch an der

Spaltlampe Verwendung fand, überflüssig. Auf Veranlassung Vogts wurden die seitlichen Teile der Linse entfernt. Für die Nitralampe kommen heute in Betracht die achromatische Beleuchtungslinse rechteckiger Form von Vogt (Abb. 11) mit einer Größe von 10:16 mm und die Koeppesche (Abb. 14), die durch Blenden auf die Größen 10:15, 9:13 und 6:9 mm zu bringen ist. Für die Bogenlampe hat Vogt eine größere Linse von 16:45 mm Durchmesser angegeben (Abb. 12). Die besonders geeigneten Brennweiten sind: f = 7 cm für die Nitralampe, f = 10 cm für die Bogenspaltlampe.

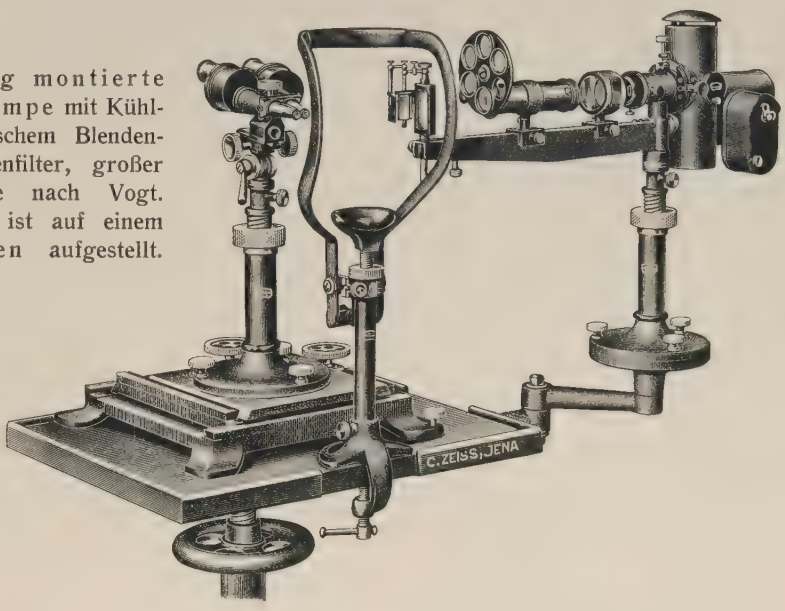


Abb. 12. Fertig montierte Bogenspaltlampe mit Kühlküvette, Koeppeschem Blendenrohr und Farbenfilter, großer Beleuchtungslinse nach Vogt. Das Mikroskop ist auf einem Kreuzschlitten aufgestellt.

Das Blendenrohr dient zum Abblenden störenden Seitenlichtes. Diesen Zweck erreicht seine einfachste Form, wie sie Abbildung 8 zeigt. Das Vorschalten eines rotfreien Filters, das am Blendenrohr vorgesehen ist, hat keine große praktische Bedeutung, da eine Untersuchung im rotfreien Lichte sowohl bei der Nitra- wie bei der Bogenlampe nur an der Bindehaut und evtl. an der Iris möglich ist. Auf Abbildung 12 ist das Blendenrohr mit einer Filterscheibe nach den Angaben Koeppes versehen. Es enthält neben dem rotfreien zwei gelbe und zwei graublaue Filter. Die beiden letzteren sind für Pigmentstudien am Auge gut zu gebrauchen. Die gelben werden für die Untersuchung der Bindehaut empfohlen. Bei der Bogenspaltlampe trägt der Beleuchtungsarm noch eine Kühlküvette, die mit 1—2% $CuSO_4$-Lösung zur Absorption der Wärmestrahlen gefüllt wird.

Die Einrichtung der Bogenspaltlampe ist aus Abbildung 13 ersichtlich. Durch ein Uhrwerk wird die Kohlenstellung reguliert. Das seitliche Licht ist gut abgeblendet, die Erhitzung nicht übermäßig. Die Beleuch-

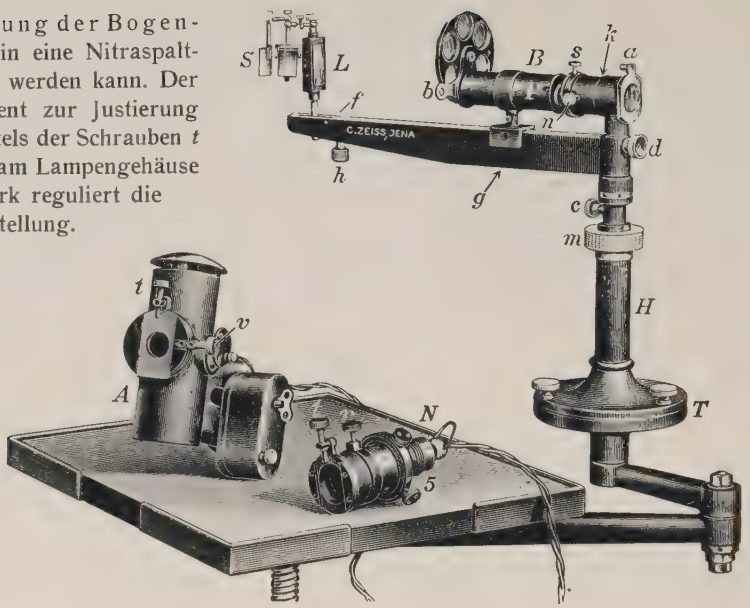


Abb. 13. Einrichtung der Bogenspaltlampe, die in eine Nitraspaltlampe *N* verwandelt werden kann. Der Kreuzschlitten *A* dient zur Justierung der Bogenlampe mittels der Schrauben *t* und *v*. Das seitlich am Lampengehäuse sichtbare Uhrwerk reguliert die Kohlenstellung.

tungsstärke der Bogenlampe kann durch eine Filtervorrichtung am Blendenrohr abgestuft werden. Die Einrichtung besteht aus einer Doppelscheibe mit je 4 Öffnungen, von denen je eine frei ist. In der einen Scheibe sind die übrigen 3 Öffnungen durch ein rotes, ein gelbes und ein blaues Glas ausgefüllt, während die zweite Scheibe 3 rauchgraue Gläser von verschiedener Lichtdurchlässigkeit enthält, durch die eine Abstufung des Lichtes auf $^1/_2$, $^1/_4$ und $^1/_{10}$ erreicht werden kann. Ein Vogtsches Rotfreifilter wird bei Bedarf in eine der freien Öffnungen eingeklemmt[1]).

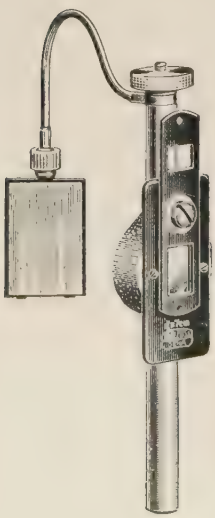


Abb. 14a

Zusatzapparat zur Spaltlampe.

Für die Untersuchung des Kammerwinkels und Augenhintergrundes ist von Koeppe ein kleiner Silberspiegel

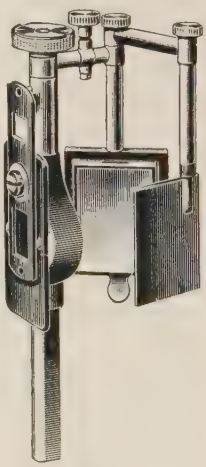


Abb. 14b

Abb. 14a und b. Silberspiegel nach Koeppe.
a) einfache Form, mit biegsamem Kupferdraht.
b) mit gelenkiger Befestigung und Blendenschirm.
An der Beleuchtungslinse eine drehbare Blende mit verschieden großen Ausschnitten (Koeppe).

[1]) Die Bogenspaltlampe kann durch Zusatzapparate in eine Bestrahlungslampe nach Birch-Hirschfeld, bzw. eine Rotfreilampe zur Untersuchung des Augenhintergrundes nach Vogt umgewandelt werden.

von 2×3 cm zur Ablenkung des Strahlenganges angegeben. Er wird mit einer Klemmschraube an der Beleuchtungslinse befestigt und macht die Bewegungen der Linse mit, braucht also nur einmal eingestellt zu werden. Seine einfachste aber ausreichende Form zeigt Abbildung 14 a. Ein 6 cm langer biegsamer Kupferdraht verbindet die Klemmschraube mit einem Kugelgelenk, in dem der Spiegel leicht drehbar ist. Seine Versilberung liegt auf der Außenseite, muß daher sorgfältig vor Berührung geschützt werden. Durch Biegen des Drahtes kann der Spiegel grob eingestellt werden, feinere Verstellungen erlaubt das Kugelgelenk. Die zweite Form zeigt Abbildung 14 b. Durch die verschiedenen Gelenke ist eine exakte Einstellung leicht möglich. Der schwarze, kleine Blechschirm blendet die störenden Seitenstrahlen ab.

Das Zusammensetzen und Justieren der Nitralampe.

Das Auswechseln einer unbrauchbar gewordenen Nitralampe erfordert einige Handgriffe, die kurz zu beschreiben sind. Nach Lösen der Schraube *r* (Abb. 10) läßt sich das Lampenrohr herausnehmen und die neue Nitralampe (*1*) in die Lampenfassung (*2*) (fest!) einschrauben. Hat man das Lampenrohr (*3*) vorher entfernt, so wird die Lampenfassung wieder eingeführt und die Gewinde fest verschraubt. Durch Drehen der beiden Schrauben *5* wird die Spirale der Lampe möglichst genau in die Mitte des Lampenrohres gebracht. Nach Lösen der Schraube *k* wird das Spaltlampenrohr so gestellt, daß die Klemmschraube *n* (entgegen der Abbildung) genau nach unten steht. Die Schraube *n* wird gelöst und die gesamte Spalteinrichtung so gedreht, daß die Schraube *s* genau nach oben zeigt. In dieser Stellung wird die Apparatur durch festes Anziehen der Schrauben *k* und *n* fixiert. Man öffnet nun durch Rechtsdrehung der Schraube *s* den Spalt vollständig und schaltet die entsprechende Öffnung der Revolverblende vor.

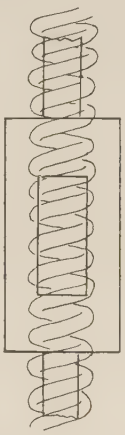


Abb. 15 zeigt die vergrößerte Abbildung der Lichtquelle in der Ebene der Beleuchtungslinse beim Köhler-Vogtschen Strahlengang (siehe Abb. 3). 4—5 Windungen füllen die Blendenöffnung der Beleuchtungslinse aus.

Nun wird die Nitralampe bis zum Anschlag in das Spaltlampenrohr eingeschoben und die Spirale der Lampe senkrecht gestellt. Das Blendenrohr wird vom Spaltlampenarm entfernt, die Beleuchtungslinse in eine mittlere Stellung gebracht und ein weißes Blatt Papier an ihrer Vorderfläche aufgestellt. Um den Köhler-Vogtschen Strahlengang zu erhalten, wird die Lampe soweit aus dem Spaltlampenrohr herausgezogen, daß auf dem Papier eine genau senkrechtstehende, vergrößerte Abbildung der Spirale entsteht (Abb. 15). Die Einstellung ist dann am besten, wenn die Spirale nicht ganz scharf, sondern etwas

verschwommen abgebildet wird. Durch festes Anziehen der Schraube *r* ist die Lampe in dieser Stellung zu fixieren. Die genaue seitliche Einregulierung, die stets notwendig ist, wird durch Verstellen der Schlittenschraube *t* ermöglicht. Die Lampe wird exakt in die optische Achse eingestellt und das Spiralenbild auf die Mitte der Beleuchtungslinse gebracht. Nach Wiederaufsetzen des Blendenrohres ist die Lampe gebrauchsfertig.

Der Gullstrandsche Strahlengang hat eine Abbildung der Lampenspirale im Spalt zur Grundlage, d. h. die Lampe muß weiter vom Kondensor entfernt werden. Diese Umstellung ist ohne weiteres möglich durch die Doppelhülse und Führungsschlitze des Lampenrohres. Man zieht die Lampe soweit zurück, bis auf einem in etwa 10 cm Entfernung vom Spalt senkrecht aufgestellten Stück Papier ein möglichst gleichmäßig beleuchtetes, ovales Feld entsteht. Farbige Säume am Leuchtfeld stören nicht, dagegen müssen dunkle Flecke innerhalb des Feldes vermieden werden.

Zusammensetzen und Justieren der Bogenlampe.

Nach Lösen der seitlichen Klemmschrauben *c* (Abb. 16) wird das Uhrwerk *U* und das Handregulierrad *R* entfernt. Die Lampe wird aus dem Gehäuse *G* herausgezogen. Der Stellhebel *B* für die vertikale Kohle wird bis zum Anschlag nach unten gedrückt und die beiden Kohlenhalter *Ks* und *Kw* durch Drehen des Handrades *R* in die Endstellung gebracht. Die Kohlen werden in die Fassungen eingesetzt, so daß sie weder unten noch hinten herausragen. Die längere Kohle wird horizontal, die kürzere vertikal gestellt. Zum Anziehen der Klemmschrauben benutzt man das Handrad. Die richtige Stellung der Kohlen ist in Abb. 1a wiedergegeben. Kleine Ungenauigkeiten der Stellung können durch den Stellhebel ausgeglichen werden. Die Lampe wird in das Gehäuse eingeschoben, durch die Klemmschrauben befestigt und das Uhrwerk angesetzt.

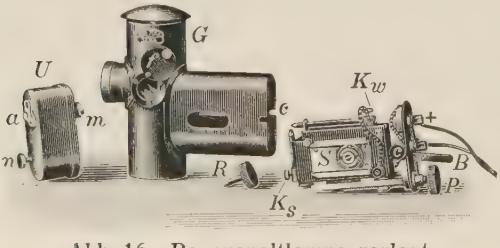


Abb. 16. Bogenspaltlampe zerlegt.

Die Justierung der Lampe erfolgt wie bei der Nitralampe. Der Kohlenkrater läßt sich durch die Stellschraube *P* (an neueren Modellen unten angebracht) dem Kondensor soweit nähern, daß ein vergrößertes Kraterbild in der Ebene der Beleuchtungslinse entsteht (Köhlerscher Strahlengang). Durch die Schlittenschraube *A*, *t* und *v* (Abb. 13) wird der Krater in die optische Achse eingestellt. Um den Gullstrandschen Strahlengang herzustellen, wird die Lampe entsprechend weiter aus dem Gehäuse herausgezogen.

Spaltlampen anderer Herkunft und Bauart.

Am meisten in Gebrauch sind die beschriebenen Spaltlampengeräte der Firma C. Zeiss, Jena. Sie sind unter Beteiligung namhafter Ophthalmologen aus einfachen Anfängen zu einer Form entwickelt, die berechtigten Ansprüchen durchaus genügt. Kleinere äußere Abänderungen werden nicht ausbleiben, eine prinzipielle Umgestaltung ist aber kaum zu erwarten. Die Modelle anderer Herkunft weisen neben einzelnen Vorteilen zweifellose Nachteile auf.

In erster Linie ist die Spaltlampe von Birkhäuser zu nennen (ausgeführt von Streit in Bern). Sie ist eine Bogenspaltlampe, ihre Anwendung in der Praxis dadurch

begrenzt. Nach Ergellet ist ein besonderer Vorteil dieser Lampe darin zu suchen, daß der Drehpunkt des schwenkbaren Armes nicht in der Mitte des Tisches liegt, sondern in der Mitte des jenseitigen Tischrandes, so daß ihre senkrechte Verlängerung ziemlich genau durch das Auge des Patienten geht. Die Stellung des Lampenträgers ist auf einer Gradeinteilung der Tischplatte abzulesen. Der Lampenträger ist eingliedrig. Um die notwendige Annäherung an das Patientenauge zu ermöglichen, ist die Lampeneinrichtung mit einem Schlitten auf die Säule der Höhenverstellung montiert. Der zierlich gebaute Silberspiegel hat eine vorteilhafte Aufstellung erhalten, die durch zwei unterhalb des Beleuchtungsarmes angebrachte Schrauben eine Schwenkung um eine horizontale und vertikale Achse erlaubt. Er ist am äußeren Ende des Beleuchtungsarmes, getrennt von der Bildlinse, aufgestellt. Die Spalteinrichtung ist durch Vorsteckblenden ersetzt. Durch ein Diaphragma erhält man ein sehr breites Lichtbüschel zur diffusen Beleuchtung. Verschiedene schmale Schlitze dienen zur scharf begrenzten Beleuchtung. Birkhäuser hat hierfür besondere Formen angegeben. Das gewöhnliche Spaltbüschel, das eine Breite von etwa 0,4 mm hat, ist nach oben und unten verlängert durch ein schmales, nur 0,1 mm breites, das zur Tiefenlokalisation im optischen Schnitt dient. Ein anderes Diaphragma ergibt ein vertikales und horizontales, rechtwinklig aneinanderstoßendes Büschel, das vor allem zur Untersuchung von Niveau und Dickenunterschieden der Hornhautmitte, z. B. beim Keratokonus, geeignet sein soll.

Die Spaltlampe von Bausch und Lomb (Rochester N.-Y.) unterscheidet sich nicht in wesentlichen Punkten von den Modellen der Firma Zeiss. Als Lichtquelle wird eine der Nitralampe ähnliche elektrische Birne benutzt. Der Strahlengang ist der Köhlersche. Zwei Beleuchtungslinsen von verschiedener Brennweite ($f = 7$ cm und $f = 10$ cm) können durch Drehen um eine horizontale Achse gegeneinander ausgewechselt werden.

E. F. Fincham hat die Trennung zwischen Beleuchtungs- und Beobachtungseinrichtung, die sich als prinzipiell wichtig erwiesen hat, wieder beseitigt. Bei seiner Spaltlampe ist die Beleuchtungsapparatur am „monokularen" Mikroskop so befestigt, daß die einmal gewonnene Einstellung für beide dauernd erhalten bleibt. Bei Veränderungen der Mikroskopeinstellung wandert das Licht ohne weiteres mit. Eine geringe Schwenkung der Beleuchtungsapparatur kann erfolgen, so daß indirekte Beleuchtung möglich ist. Eine Untersuchung im Spiegelbezirk dürfte aber kaum möglich sein (Hartinger).

Erwähnt seien noch interessante Versuche, die Koby zur Steigerung der Helligkeit des fokalen Büschels anstellte und bei denen sich wider Erwarten die Verwendbarkeit eines astigmatischen Strahlenganges ergab.

Bei der Vogtschen Montierung wird der Leuchtfaden der Nitralampe in der Ebene der Beleuchtungslinse vergrößert abgebildet. Die Beleuchtungslinse schneidet aus diesem Bilde nur ein kleines Stück heraus, das für die Beleuchtung des Auges in Betracht kommt. Die Höhe des Bildes ist ungefähr 10 cm, die Höhe der Vogtschen Beleuchtungslinse dagegen nur 1,6 cm. Es geht also eine beträchtliche Menge Licht für die Untersuchnng verloren. Koby hat nun die Höhe des vergrößerten Bildes des Leuchtfadens dadurch verringert, daß er in den Strahlengang ein konvexes Zylinderglas mit horizontaler Achse einschaltete, das am Blendenrohr an Stelle der Blende oder der Kühlküvette angebracht wurde. Die Verkürzung, die das vergrößerte Bild des Leuchtfadens bei verschieden starken Zylindergläsern erfährt, ergibt sich aus der Tabelle:

Stärke des Zylinderglases in dptr.	Höhe des Bildes des Leuchtfadens
+ 4	46 mm
+ 5	45 „
+ 6	40 „
+ 7	35 „
+ 8	30 „
+ 9	25 „
+ 10	21 „
+ 11	16 „
+ 12	12 „

Bei Verwendung eines Zylinderglases von 11 dptr. füllt demnach das Bild die Vogtsche Linse vollständig aus. Mit zunehmender Dioptrienzahl wird die Lichtstärke größer, gleichzeitig rücken die einzelnen abgebildeten Windungen der Leuchtspirale immer näher zusammen. Von +8 bis +10 dptr. an erhält man ein vollkommen homogenes, rein weißes Feld in der Ebene der Beleuchtungslinse. Bei dem gewöhnlichen Strahlengang findet man jenseits der Beleuchtungslinse 5 Windungen der Leuchtspirale. Schaltet man ein Zylinderglas von + 10 dptr. ein, so werden 17 bis 18 Windungen benutzt. Wenn auch durch die Zylindergläser eine kleine Menge Licht absorbiert wird, so wird doch die Helligkeit auf das Dreifache gesteigert.

Es entsteht durch die Einschaltung des Zylinderglases ein doppelter Brennpunkt. Der distale (von der Beleuchtungslinse aus gerechnet) liegt genau an derselben Stelle wie bei gewöhnlichem Strahlengange, während der proximale je nach der Stärke des Zylinderglases der Beleuchtungslinse genähert wird. Die Breite des fokalen Bezirkes wird nicht verändert. Betrachtet man den Strahlengang in Fluoreszinlösung von der Seite, so erscheint der fokale Bezirk etwas verkürzt. Die Annäherung des proximalen Fokus ist bei einem Zylinderglas von

+ 8 dptr. = 56 mm
+ 9 „ = 50 „
+ 10 „ = 40 „
+ 11 „ = 25 „

In dem Bezirk zwischen den beiden Brennpunkten ist das Büschel praktisch homogen. Die Höhe des fokalen Büschels ist bei gleichbleibender Gesamtintensität (Beleuchtungslinse von $f = 7$ cm vorausgesetzt) dreimal so groß wie bei gewöhnlichem Strahlengang. Die obere und untere Begrenzung ist im distalen Fokus unscharf, was für die praktische Benutzung ohne Belang ist. Im proximalen sind dagegen die seitlichen Grenzen etwas verwaschen, die Form und Größe entspricht ziemlich genau dem normalen Fokus, ist aber dreimal so hell. Der proximale Fokus eignet sich besonders zur Untersuchung der Hornhautoberfläche, der Iris und Pupille, des Linsenchagrins, der Alterskernoberfläche, während der distale in Betracht kommt für die Diskontinuitätszonen, die Hornhautdicke und Wölbung usw., wobei als besonderer Vorteil die Höhe des Büschels hervorgehoben sei, die es erlaubt, ohne Änderung der Höhenstellung die Hornhaut und ebenso die Linse vom oberen bis unteren Rande einzustellen. (Die Firma für „Optik und Mechanik“ in Basel hat ein geeignetes Modell hergestellt, das ohne weiteres an dem Koeppeschen Blendentubus angebracht werden kann.)

2. Das Beobachtungsgerät.

a) Das Czapskische binokuläre Mikroskop (Abb. 17).

Für die Untersuchung des vorderen Bulbusabschnittes, einschließlich des vorderen Glaskörperdrittels kommt bei Anwendung der Spaltlampenbeleuchtung nur das jedem Augenarzte bekannte binokuläre Czapskische „Hornhautmikroskop“ in Betracht. Es ist auf einer kleinen Höhenverstellung mit Dreifuß oder Kreuztisch montiert. Das räumliche Sehen wird durch zwei unter einem Winkel von 14° konvergente Mikroskope mit bildaufrichtenden Prismen vermittelt. Die Okulare können für die Pupillendistanz in einem Bereich von 62—80 mm eingestellt werden. Die Feineinstellung erfolgt mittels Zahnstange und Trieb. Zur Bedienung des Triebes sind Räder an beiden Seiten des Mikroskopes angebracht, so daß jederzeit die nicht durch die Beleuchtungseinrichtung beschäftigte Hand für die Scharfeinstellung des Mikroskopes benutzt werden kann. Drehung des Mikroskopes um die horizontale und die vertikale Achse ist nach Lösen der Fixierschrauben möglich. 10—60fache Vergröße-

rungen kommen für die Spaltlampenuntersuchungen in Betracht. Noch stärkere Vergrößerungen (bis etwa 100fach) sind möglich, haben aber keinen praktischen Wert.

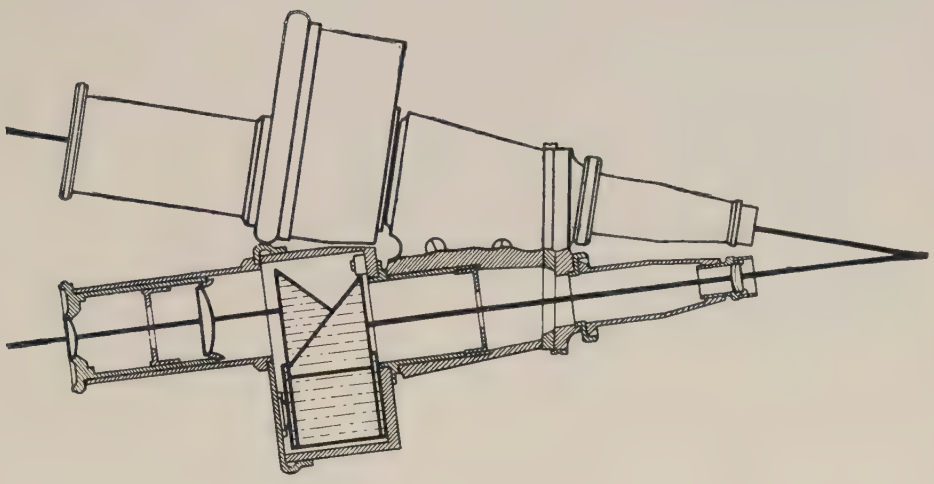


Abb. 17. Das binokuläre Hornhautmikroskop nach Czapski.

Tafel über Vergrößerung, freien Objektabstand und objektives Sehfeld der Objektiv- und Okularpaare.

Bezeichnung nach der Einzelvergrößerung			Objektivpaare					
			2 X		4 X		6 X	
Alte Bezeichnung			55		a 2		a 3	
Äquiv. Brennweite in mm			f = 52,5 mm		f = 37,8 mm		f = 28,7 mm	
Freier Objektabstand in mm			75		45		32	
Okularpaare Bezeichnung			Vergrößerung	Sehfeld ø in mm	Vergrößerung	Sehfeld ø in mm	Vergrößerung	Sehfeld ø in mm
nach d. Einzelvergröß.	Alte Bezeichn.	Äqu. Brennweite in mm						
5 X	2	50	10	11,6	20	5,8	30	3,9
10 X	4	25	20	6,9	40	3,5	60	2,3
17 X	6	15	34	7,0	68	3,5	102	2,3

Als Objektive werden am meisten verwandt 2×, 4× und 6×, als Okulare 5× und 10×. Die damit zu erreichenden Vergrößerungen sind 10×, 20×, 30×, 40× und 60×. Während 40fache Vergrößerung meist noch ohne Schwierigkeiten für die Beobachtung benutzt werden kann, werden die geringen Tiefenschärfe und die unvermeidlichen Bewegungen des Patientenauges bei 60facher schon recht störend empfunden. Für klinische Untersuchungen werden

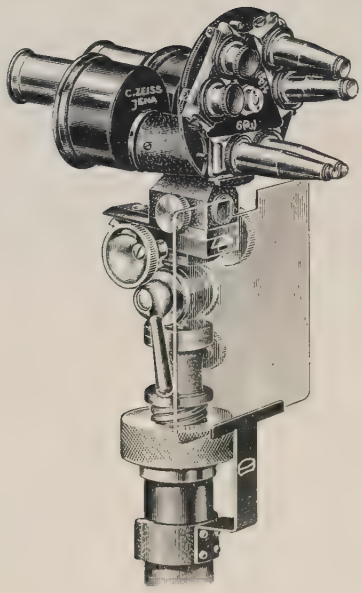


Abb. 18. Binokuläres Mikroskop mit Objektivrevolver nach Henker und Schutzscheibe.

Vergrößerungen von 10—20fach bevorzugt und nur gelegentlich 30fache angewendet.

Eine wertvolle Neuerung hat Prof. Henker am Hornhautmikroskop anbringen lassen, nämlich einen Revolver, der die Objektive 2×, 4× und 6× aufnimmt und einen schnellen Wechsel der verschiedenen Vergrößerungen gestattet (Abb. 18). Erst hierdurch ist eine praktische Ausnützung der verschiedenen Vergrößerungen bei jedem einzelnen Falle möglich geworden. Namentlich die schwächste, 10fache Vergrößerung, die früher nur sehr selten benutzt wurde, hat sich seitdem für die erste Untersuchung als besonders wertvoll erwiesen. Gerade die schwache Vergrößerung mit ihrem großen Gesichtsfeld und ausgedehnter Tiefenschärfe erlaubt uns ein schnelles und sicheres Absuchen des ganzen vorderen Auges. Man übersieht infolgedessen gewissermaßen mit einem Blick das ganze zu untersuchende Gebiet und kann leicht die eine oder andere Stelle herausfinden, die bei stärkerer Vergrößerung zu untersuchen ist. Die Anschaffung dieses Revolvers ist sehr zu empfehlen, eine Anbringung an älteren Hornhautmikroskopen bei geringen Kosten möglich.

b) Das Koeppesche Augenmikroskop.

Das Koeppesche Augenmikroskop (Abb. 19) gibt ein umgekehrtes Bild. Sein Anwendungsgebiet ist nur die Untersuchung des Kammerwinkels und des Augenhintergrundes. Die von Koeppe ausgearbeitete Ultrapolarisationsmikroskopie und die Spektroskopie des lebenden Auges hat wenig Eingang in die Augenheilkunde gefunden. Am Koeppeschen Augenmikroskop wird nur ein Objektiv und der binokuläre Tubusansatz für Mikroskope, „Bitumi“ (Bi-Tubus-Mikroskop) von H. Siedentopf, verwendet. Jeder vom Objektiv aufgenommene Lichtstrahl wird durch die halbdurchlässige Silberschicht einer Prismenfläche zerlegt und durch weitere Prismen in die parallel stehenden Okulare geleitet. Man sieht daher zunächst mit beiden Augen dasselbe Bild. Die zum plastischen Sehen notwendige parallaktische Verschiebung bewirken an den Okularoberflächen angebrachte Halbblenden, die so zu stellen sind, daß nur die äußeren temporalen Hälften zur Durchsicht frei bleiben. Die so entstehende Parallaxe entspricht dem Abstand der Schwerpunkte der beiden Hälften der Objektivfrontlinse, ist also relativ gering, genügt aber zur Erzeugung eines guten stereoskopischen Effektes. Ein Nachteil der Apparatur ist der große Lichtverlust, der noch bedeutender wird, wenn man, wie es beim Orthobitumi geschehen ist, bildaufrichtende Prismen einbaut. Der Versuch, das Orthobitumi als Einheitsmikroskop für alle Untersuchungen an der Spaltlampe einzuführen, ist leider an der Lichtschwäche gescheitert. Bei Kammerwinkel und Augenhintergrundsbeobachtungen stört das umgekehrte Bild nicht. Man wird daher für solche Untersuchungen das Bitumi bevorzugen. Die Vergröße-

rungen ergeben sich auch am Koeppeschen Augenmikroskop aus dem Produkt der Eigenvergrößerung des Objektives und der Okulare.

Abb. 19. Bogenspaltlampe mit Kühltrog und doppelten Filterscheiben. Koeppesches Augenmikroskop mit dem Streo-Okularansatz „Bitumi" (Siedentopf).

Vergrößerungstabelle für das Koeppesche Augenmikroskop

Objektiv	a_1	a_2	a_3	a_4
Eigenvergrößerung	2 ×	3 ×	5 ×	6 ×
Okular Bi 5 ×	10 ×	15 ×	25 ×	30 ×
Okular Bi 10 ×	20 ×	30 ×	50 ×	60 ×

3. Ratschläge für die Anschaffung der Spaltlampengeräte.

Aus den gegebenen Ausführungen geht hervor, daß die Auswahl der Gerätschaften je nach der beabsichtigten Art der Verwendung der Spaltlampe erfolgen muß. Es wird sich empfehlen, einige Ratschläge zu geben, die nicht nur auf eigener Erfahrung basieren, sondern in Übereinstimmung mit der Mehrzahl der Ophthalmologen stehen, welche die Spaltlampe regelmäßig als Untersuchungsinstrument in der Sprechstunde verwenden.

Für den praktischen Augenarzt kommt in erster Linie die Untersuchung des vorderen Bulbusabschnittes an der Spaltlampe in Betracht. Die Untersuchung des Kammerwinkels erfordert einen ziemlichen Zeitaufwand, der in keinem Verhältnis zu den Ergebnissen steht, welche diese Methode zeitigt, ganz abgesehen von dem Mehraufwand an Kosten für die besondere Apparatur. Wenn trotzdem in der vorliegenden Abhandlung diese Untersuchung kurz besprochen wird, so ist neben der beabsichtigten Vollständigkeit der wichtigste Grund der, dem praktischen Augenarzt ein eigenes Urteil über ihren Wert zu ermöglichen. Die Mikroskopie des Augenhintergrundes ist dagegen von größerem Wert. Bogenspaltlampe und Koeppesches Augenmikroskop sind für sie zwar erwünscht, aber nicht unbedingt erforderlich.

Für die Untersuchung des vorderen Bulbusabschnittes sind:

notwendig:	erwünscht:
Nitraspaltlampe mit Widerstand, Tisch, schwenkbarer Doppelarm, kleine Höhenverstellung, Lampenfassung, Lampenrohr, Spaltlampenrohr, Spalteinrichtung, Beleuchtungsarm, einfaches Blendenrohr nach Koeppe, Koeppesche oder Vogtsche Beleuchtungslinse f = 7 cm, Kinnstütze.	Beleuchtungslinse f = 10 cm. Blendenrohr mit Koeppeschem Filter, Silberspiegel, Stirnstütze, ev. Bogenspaltlampe.
Binokuläres Czapskisches Hornhautmikroskop mit kleiner Höhenverstellung und Dreifuß.	Kreuztisch
Okulare 5 fach	Okulare 10 fach
Objektive 2×, 4×, 6×.	Objektivrevolver.

Kammerwinkel und Augenhintergrundmikroskopie verlangen: (Bogenspaltlampe, Koeppesches Augenmikroskop) je ein Kontaktglas für Kammerwinkel und Augenhintergrund, Silberspiegel.

III.

Die Untersuchungsmethoden an der Spaltlampe.

Die verschiedenen Beleuchtungsarten an der Spaltlampe ergeben sich aus ihrer Entwicklung von der einfachen fokalen seitlichen Beleuchtung her. Bei dieser Untersuchung beschränkt man sich in der Hauptsache auf die Beobachtung im direkten und gleichzeitig im durchfallenden Licht. Die Beobachtung im indirekten und im direkt reflektierten Licht ist dagegen nur sehr unvollkommen möglich. Anders bei der Spaltlampe, bei der diese Beobachtungsmöglichkeiten verfeinert und exakt voneinander getrennt sind. Nur die einwandfreie Beherrschung aller Beleuchtungsmethoden gewährleistet die richtige Anwendung der Spaltlampe; nur bei vollkommener Technik bringt sie uns schneller und früher zu einer genauen Diagnose, als es irgendeine andere oder auch die Kombination mehrerer anderer Untersuchungsmethoden erlaubt. Absolut sichere Handhabung der Technik läßt auch die Fehl- und Trugschlüsse aus den vielfältigen optischen Erscheinungen vermeiden, die uns als meist völlig Neues an der Spaltlampe entgegentreten.

Klinisch wichtig sind nur die vier genannten Beleuchtungsmethoden. Die von Koeppe ausgearbeitete Polarisations- und Ultramikroskopie hat keinen Eingang in die praktische Augenheilkunde gefunden, die Spektroskopie wurde nur in einzelnen Fällen angewandt.

1. Die Untersuchung im direkten Licht.

(Abb. 20.)

Sie ist die theoretisch und praktisch einfachste Methode. Aus dem über den Strahlengang Gesagten geht hervor, daß die fokale Zone in Form eines rechtwinkligen Prismas (Parallelepipedons) etwa 8 cm von der Beleuchtungslinse (f = 7 cm) entfernt liegt. Die direkte, fokale Beleuchtung besteht nun darin, daß man diese Zone auf die zu untersuchende Stelle des Auges scharf einstellt.

Die Helligkeit des fokalen Büschels erzeugt ein wesentlich stärkeres Aufleuchten der brechenden Medien des Auges, als uns bisher

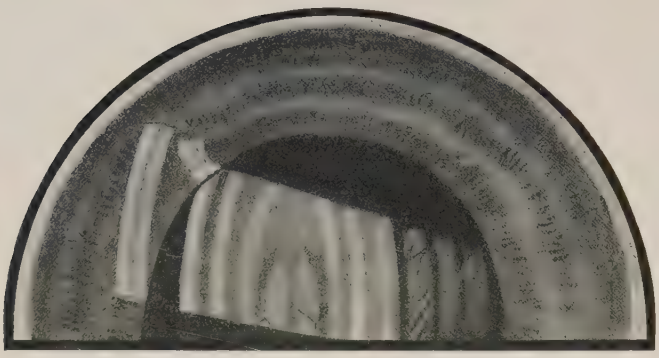


Abb. 20. Schema der direkten, fokalen Beleuchtung. Das fokale Lichtbüschel schneidet aus der Hornhaut ein „Prisma" heraus, trifft den Pupillarsaum und tritt durch die Linse in den Glaskörper. In der Linse erscheinen dunklere und hellere Streifen = Diskontinuitätszonen. Im Glaskörper werden eigenartige Strukturen sichtbar, etwas lichtschwächer als in der Linse.

bekannt war. Diese diffuse innere Reflexion setzt sich aus verschiedenen Komponenten zusammen. Die Fluoreszenz spielt nur eine untergeordnete und praktisch zu vernachlässigende Rolle. Die Hauptursache ist eine Erscheinung, die in der physikalischen Chemie als Tyndallphänomen bekannt ist. Darunter versteht man folgendes: Schickt man einen Lichtstrahl durch ein Gefäß, das mit reinem Wasser oder auch mit einer Lösung, die nur echt gelöste Salze, z. B. Kochsalz enthält, gefüllt ist, so sieht man bei seitlicher Betrachtung auch im Dunkeln nichts von dem Durchtritt des Lichtstrahles. Die einzelnen Teilchen des gelösten Salzes sind so klein (Amikronen), daß sie keinerlei optische Inhomogenität in der Lösung erzeugen. Eine solche Lösung bezeichnet man als optisch inaktiv oder optisch leer. (Am Auge gilt das praktisch vom normalen Kammerwasser.) Bringt man nun in die Lösung ein Kolloid, z. B. Gelatine oder Eiweiß, so wird sofort der Lichtkegel sichtbar. Die Ursache hierfür ist die Größe der einzelnen Teilchen des Kolloides. Sie sind zwar noch kleiner als die Wellenlänge des Lichtes, so daß sie sich im Mikroskop nicht abbilden können; aber der im Vergleich zum Lösungsmittel höhere Brechungsindex der kolloidalen Teilchen bewirkt Reflexion, Brechung, Beugung und Polarisation des Lichtes, die uns bei Betrachtung mit bloßem Auge und bei schwächeren mikroskopischen Vergrößerungen als diffuse innere Reflexion erscheinen. Bei starker Vergrößerung bilden sich zwar die einzelnen Teilchen (Ultramikronen) nicht geometrisch ab, aber sie erzeugen Lichterscheinungen bestimmter Art, aus denen man einen Rückschluß auf die Form der Teilchen ziehen kann (= Prinzip der Ultramikroskopie).

Die Untersuchung der brechenden Medien an der Spaltlampe besteht nun in der Beobachtung des Tyndallphänomens bei schwacher Vergrößerung. In reinster Form ist das beim normalen Glaskörper der Fall, der nach den Untersuchungen Baurmanns keinerlei mikroskopisch sichtbare Struktur aufweist. Bei der Hornhaut und Linse

ist sie dagegen vorhanden und die Ursache, daß außer der gleichmäßigen diffusen inneren Reflexion eine mehr oder weniger deutlich im Mikroskop differenzierbare Gewebszeichnung auftritt. In der Hornhaut steht sie im Zusammenhang mit den Lamellen und fixen Hornhautzellen, während in der Linse die Nähte, Fasern und Oberflächen von Abschnitten mit verschiedenem Brechungsindex sichtbar werden.

Die zweite Eigenschaft des fokalen Lichtbüschels der Spaltlampe ist seine scharfbegrenzte geometrische Form. Stellt man den Fokus auf die Hornhaut ein, so schneidet er ein exakt begrenztes rechtwinkliges Prisma, aus dunkler Umgebung diffus aufleuchtend, heraus. In diesem Prisma treten uns normale und pathologische optische Erscheinungen deutlich entgegen. Auch ist es möglich, eine genaue Vorstellung von der Tiefenlage einer Veränderung zu gewinnen. Selbstverständlich kann man dazu das stereoskopische Sehen und die Unterschiede in der Tiefeneinstellung des Mikroskopes benützen. Viel genauer ist aber die von Vogt angegebene Methode der Tiefenlokalisation.

Die Tiefenlokalisation nach Vogt.

Das Prinzip der Tiefenlokalisation nach Vogt wird durch die Abbildungen 21a u. b verständlich. Die Seite *a b c d* des Prismas entspricht der Eintrittsfläche des Lichtes auf der vorderen Hornhautfläche, *a, b, c, d,* dem Austritt an der Hinterfläche. Der Pfeil gibt die Einfallsrichtung des Lichtes an. Die

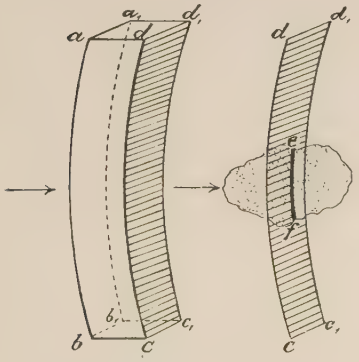


Abb. 21a Abb. 21b

Abb. 21a und b. Tiefenlokalisation nach Vogt.
a. Schematische Darstellung des Prismas, wie es die fokale Zone aus der Hornhaut herausschneidet. *a b c d* = Oberfläche der Hornhaut; *a, b, c, d,* = Rückfläche der Hornhaut.
b. Für die Tiefenlokalisation ist vor allem die Ebene *d c d, c,* von Bedeutung. Sie läßt sich durch maximale Verengerung des Spaltes isoliert einstellen = optischer Schnitt. *e f* = Schnitt- oder Oberflächenlinie des in der Hornhaut angenommenen flächenhaften Herdes. Durch die Lage von *e f* zu *d c* und *d, c,* ist die Tiefenlage des Herdes genau bestimmt.

Seite *d c d, c,* ist die für die Tiefenlokalisation wichtigste. Bei breitem Büschel ist die Kante *d c* scharf einzustellen. Man sieht dann in der Hauptsache *a b c d* = Oberfläche der Hornhaut, die man sich evtl. durch Fluoreszin oder Kalomel deutlicher machen kann, und *d c d, c,* = Durchschnitt durch die Hornhaut. Dicke und Wölbung der Hornhaut ist in dieser Ebene gut zu beurteilen. Da für die Tiefenlokalisation die Ebene *a b c d* belanglos ist, kann sie durch

maximale Verschmälerung des Spaltes zum Verschwinden gebracht werden. Man erhält dadurch eine lineare fokale Abbildung *d c* auf der Oberfläche und *d, c,* an der Hinterfläche der Hornhaut, die auf diese Weise genau abgegrenzt ist. Stellt man einen solchen optischen Schnitt auf einen Herd in der Hornhaut ein (Abb. 21 b), so kann dessen Tiefenlage genau bestimmt werden. Ist z. B. der Herd flächenhaft und gegen das vor ihm liegende normale Hornhautgewebe scharf abgegrenzt, so entsteht an seiner Oberfläche ebenfalls eine scharf begrenzte leuchtende Linie (*e f*), deren Lage zu *d c d, c,* die Tiefenlage des Herdes angibt.

In entsprechender Weise ist die Tiefenlokalisation in der Linse auszuführen. Hier kommen uns noch die von Vogt gefundenen und definierten Diskontinuitätszonen der Linse zu Hilfe. Sie ermöglichen eine genaue Abgrenzung der einzelnen Kerne und Schichten der Linse.

Je größer man bei der Tiefenlokalisation den Winkel zwischen Beleuchtungs- und Beobachtungsrichtung wählt, desto größer wird die seitliche Ausdehnung des optischen Schnittes und ebenso der scheinbare Abstand der einzelnen Schichten voneinander. Man wird daher bei besonders feinen Tiefenunterschieden möglichst einen rechten Winkel zu erreichen suchen.

Messung der Kammertiefe nach Ulbrich.

Auch Tiefenmessungen gestattet die Beobachtung im direkten Licht. Einmal ist es die Verschiebung des Mikroskopes bei scharfer Einstellung zweier Punkte verschiedener Tiefenlage, die als Maß benutzt werden kann. Diese Methode eignet sich besonders für die Bestimmung der Kammertiefe. Ulbrich hat hierfür eine Meßtrommel angegeben (Abb. 22), die an der Mikroskopschraube angebracht wird. Sie wird nach Einstellen der Hornhauthinterfläche auf Null gebracht und darauf die Vorderfläche der Linse eingestellt. Die Mikroskopverschiebung kann an der Trommel in $^1/_{10}$ mm abgelesen werden. Man nimmt aus mehreren Messungen das Mittel und erhält so einen relativen Wert, der für Vergleichsmessungen genügt. Eine Korrektionstabelle zur Errechnung der wirklichen Kammertiefe bei achsensymmetrischen Hornhautflächen und normaler Refraktion ist von Hartinger angegeben und in den Druckschriften der Firma Zeiss enthalten.

Größenmessungen mit dem Okularmikrometer.

Zu Größenmessungen benutzt man Okularmikrometer (Abb 23). Am besten geeignet ist ein von Kraus angegebenes, in Sektoren eingeteiltes Modell (Zeiss-Jena), das eine Graduierung in $^1/_5$ mm enthält. Zur Ermittlung der wirklichen Größe wird der abgelesene Wert durch die Eigenvergrößerung des jeweils benutzten Objektives dividiert.

Zur Messung in sagittaler Richtung muß bei Verwendung eines Okularmikrometers der Winkel zwischen mittlerer Mikroskopachse und Beleuchtungsrichtung bekannt sein. Ein geeigneter Winkelmesser ist nach den Angaben Vogts angefertigt. Er wird am Mikroskop befestigt und der Transporteur an den Beleuchtungsarm der Spaltlampe angelegt. (Genauigkeit der Messung etwa 2,5 %.) Im allgemeinen wird man sich auch hier mit Vergleichswerten begnügen. Absolute Werte sind nach Vogt durch eine kleine Rechnung zu erhalten. In der Abb. 24 sei *b c* der sagittale, durch die Mitte der Linse geschickte Lichtstrahl, *a b* die mittlere Mikroskopachse. Dann ist in dem Dreieck *a b c* bekannt der

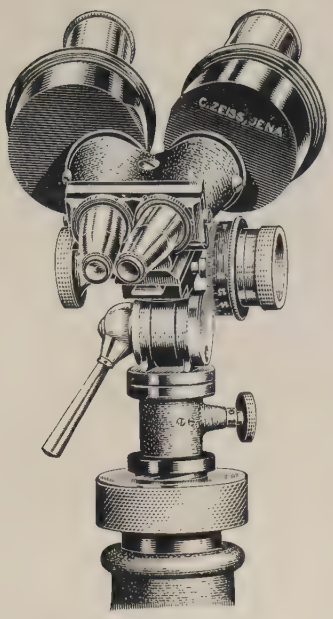


Abb. 22. Außenansicht des binokularen Mikroskopes mit Meßtrommel nach Ulbrich, zur Messung der Tiefe der vorderen Kammer.

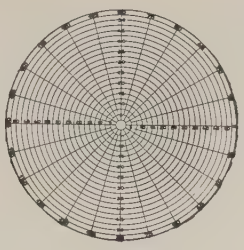


Abb. 23. Okularmikrometer nach Kraus.

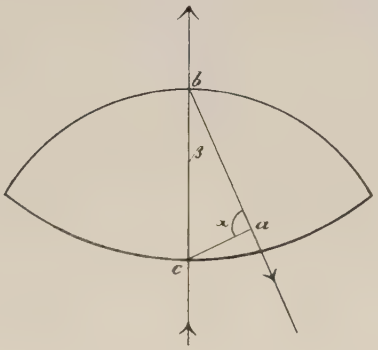


Abb. 24

Winkel β (mit dem Winkelmesser bestimmt), der Winkel α (= 90°) und die Strecke $a^{-}c$ (mit dem Meßokular bestimmt). Zu errechnen ist $b\ c$. Es ist $\sin\beta = \frac{a\ c}{b\ c}$, $b\ c = \frac{a\ c}{\sin\beta}$.

Die Vergrößerung durch die brechenden Medien des Auges fand Vogt experimentell im Gebiet der Pupille = 1 1/12 bis 1 2/12, und am hinteren Linsenpol = 1 1/2. Für klinische Vergleichsmessungen können diese Werte außer acht gelassen werden.

Bei bestimmten Beobachtungen an der Spaltlampe ist eine Untersuchung im diffus eingestellten direkten Licht von Vorteil. Es empfiehlt sich, dazu den Gullstrandschen Strahlengang einzustellen, der bei prä- und postfokaler Einstellung ein homogen beleuchtetes Feld gibt. In Betracht kommt die diffuse direkte Beleuchtung bei Untersuchung des vorderen Linsenchagrins, der Pupille, der Farbe der Iris u. a.

2. Die Untersuchung im indirekten Licht.

Stellt man das fokale Lichtbüschel auf irgendeine Gewebspartie des Auges ein, so erzeugt man eine je nach dem Grade der diffusen inneren Reflexion mehr oder weniger hell aufleuchtende Zone, die als neue, wenn auch meist schwache Lichtquelle wirkt. Sie genügt immerhin, um in der Umgebung der direkt beleuchteten Stelle Beobachtungen zu machen. Diese Methode ist nicht selten mit Nutzen zu verwenden. In der normalen Iris werden z. B. bei indirekter Be-

leuchtung Gefäße, tiefliegende Pigmentanhäufungen gelegentlich auch der Sphinkter sichtbar. Praktisch läßt sich diese Methode nicht immer scharf von anderen trennen, namentlich nicht von der direkten Beleuchtung. Der schnelle Wechsel zwischen direkter und indirekter Beleuchtung wurde besonders von Koeppe als Untersuchung im oszillierenden Licht empfohlen.

3. Die Untersuchung im durchfallenden Licht.

Eine Untersuchung im durchfallenden Licht ist nur in Geweben möglich, die einen hohen Grad von Lichtdurchlässigkeit aufweisen. An der Spaltlampe kommt demnach in erster Linie die Hornhaut und die Linse hierfür in Betracht und bei Atrophie des Pigmentepithels auch die Regenbogenhaut. Bei dieser Methode erzeugt man sich hinter der zu untersuchenden Gewebspartie eine möglichst helle Lichtquelle, indem man den Fokus des Lichtbüschels bei weitem Spalt auf eine Stelle mit genügend großer diffuser innerer Reflexion konzentriert. Für die Hornhaut eignet sich am besten die Einstellung des Lichtes auf die Iris. Aber auch das Pupillargebiet ist schon bei normaler Linse, besser noch bei Pupillarexsudat oder Linsentrübungen zu verwerten. An der Linse können die vorderen Teile durch Beleuchtung tiefer gelegener Linsenpartien im durchfallenden Licht untersucht werden. Hierbei kann man tiefer gelegene Linsentrübungen oder auch Glaskörperschwarten mit Vorteil ausnutzen. Die Methode läßt sich wesentlich durch Anwendung des Lochbüschels
143 verfeinern (Bild 143 auf Tafel 41). Bei der relativ geringen diffusen inneren Reflexion der normalen Linse z. B. ist das Lochbüschel vorteilhaft zu verwenden.

Die normale Iris ist lichtundurchlässig, kommt daher für diese Untersuchung nicht in Frage. Dagegen lassen sich Defekte im Pigmentepithel, Sphink-
95, 96 terrisse u. a. auf das deutlichste im durchfallenden Licht erkennen (Bild 95 u. 96 auf Tafel 29). Sie heben sich als hellere Stellen aus dunkler Umgebung heraus.

Der Glaskörper hat nur eine geringe optische Aktivität, so daß die Erzeugung einer zur Beobachtung im durchfallenden Licht notwendigen Helligkeit nicht möglich ist.

Die Möglichkeit, feinste Veränderungen zu erkennen, die im direkten und indirekten Licht unsichtbar sind, verleiht dieser Methode ihre Bedeutung. An der Hornhaut treten das Epithel-und Endothelödem mit ihren feinsten Bläschen im durchfallenden Licht deutlich hervor, ebenso die subkapsulären Vakuolen in der Linse. In alten Hornhautgefäßen ist häufig nur im durchfallenden Licht eine Zirkulation zu erkennen.

Trübungen der brechenden Medien erscheinen im durchfallenden Licht, im Gegensatz zur direkten Beleuchtung, oft dunkel in heller Umgebung. Koeppe bezeichnete daher diese Methode als „negatives Hellfeld“.

Oft treten im Zusammenhang mit der Färbung des lichtspendenden Gewebes Farbenveränderungen ein. Der Hornhaut teilen sich z. B. die charakteristischen Irisfarben mit. Besondere Farbenerscheinungen kommen in der Linse bei Cat. coerulea zur Beobachtung. Im direkten Licht erscheinen die Trübungsherde blaugrün, im durchfallenden hellbraun. Manchmal verschwinden sie auch ganz beim Wechsel der Beleuchtung.

4. Die Untersuchung im Spiegelbezirk.

Die Untersuchung im Spiegelbezirk besteht in der Einstellung des Mikroskopes auf das direkt reflektierte Licht. Eine solche direkte Reflexion ist nur möglich an den Grenzflächen der brechenden Medien, nämlich der Vorder- und Hinterfläche der Hornhaut und Linse, und bis zu einem gewissen Grade auch an den Kernoberflächen der Linse. Mag die reflektierende Oberfläche glatt oder uneben sein, immer ist es die spiegelnde Oberfläche selbst, die im Mikroskop einzustellen ist, nicht aber das Spiegelbild der Lichtquelle, das infolge der Spiegelwirkung einer der Grenzflächen an irgendeiner Stelle entsteht, die aber nur unter ganz besonderen Bedingungen die Oberfläche der spiegelnden Fläche selbst ist.

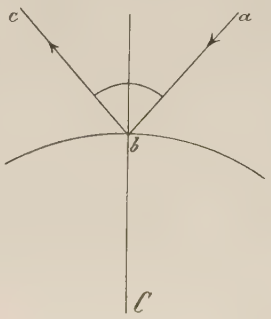


Abb. 25

Bei der geschilderten Untersuchung im direkten Licht stellt man das Mikroskop auf eine Gewebspartie ein, die infolge ihrer diffusen inneren Reflexion sichtbar wird. Eine so aufleuchtende Gewebspartie schickt nach allen Richtungen divergente Lichtstrahlen aus. Bei der Einstellung spielt daher der Winkel zwischen Mikroskop und Spaltlampenarm keine Rolle. Bei jeder Stellung fällt eine Gruppe von Lichtstrahlen in die beiden Objektive und vereinigt sich im Auge des Beobachters zu einem Bilde.

Ganz anders liegen die Verhältnisse bei Einstellung des Spiegelbezirkes. Hier sollen wir nur das von einer Oberfläche direktreflektierte Strahlenbüschel in das Mikroskop leiten. Wegen der Schmalheit dieses Büschels können wir stets nur ein Objektiv einstellen. Die Richtung des reflektierten Lichtbüschels hängt ab von der Form der reflektierenden Oberfläche und der Einfallsrichtung des Lichtstrahles.

Abbildung 25 stellt einen Durchschnitt durch die Hornhautoberfläche dar, deren Krümmungsmittelpunkt *C* ist. Der einfallende Lichtstrahl sei *a b*, der reflektierte *b c*. Die Winkel, welche der auffallende und reflektierte Strahl mit der auf der Hornhautoberfläche in *b* errichteten Senkrechten bilden, sind

einander gleich. Einzustellen ist die Auftreffstelle des Lichtbüschels auf der Hornhautoberfläche, im gegebenen Falle also *b*. In ganz analoger Weise läßt sich die geometrische Konstruktion für die Hornhauthinterfläche und die Linsenflächen durchführen.

Will man die Hornhaut im Spiegelbezirk einstellen, so orientiert man sich, wenn man noch nicht über die genügende technische Sicherheit verfügt, zunächst mit unbewaffnetem Auge über die Richtung des von der Hornhautoberfläche direkt reflektierten Strahles. Es ist unbedingt notwendig, bei horizontaler Blickrichtung des Patienten auch auf die horizontale Mittellinie der Hornhaut das Licht einzustellen, da sonst der reflektierte Lichtstrahl infolge der kugeligen Beschaffenheit der Hornhautoberfläche nach oben oder unten geht und nicht in das Mikroskop fallen kann. Ebenso ist es notwendig, das Lichtbüschel genau fokal einzustellen, aus Gründen, die erst nach weiteren Ausführungen verständlich werden können. Hat man die Richtung des reflektierten Strahles, etwa durch Auffangen auf der Hand oder einem Stück Papier festgestellt, so bringt man das Mikroskop in diese Richtung und stellt auf die Hornhaut ein. Bei richtiger Einstellung sieht man entsprechend der schematischen Abbildung 26 auf der Oberfläche der Hornhaut eine scharf begrenzte, sehr hell leuchtende Zone, die stark blendet und in der nur wenige Einzelheiten auffallen, den Spiegelbezirk der vorderen Hornhautfläche und bei fokaler Einstellung gleichzeitig das Spiegelbild des Spaltes, bzw. seiner fokalen Abbildung. Diese Zone füllt bei weitem Spaltbüschel nicht die ganze Vorderfläche des Prismas aus, sondern nur einen kleinen Teil. Die Größenverhältnisse gehen aus der Abbildung hervor.

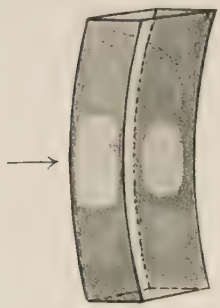


Abb. 26. Schematische Abbildung der Lage und Größe der Spiegelbezirke der Hornhaut im „Prisma". Lichteinfall von links.

Der Spiegelbezirk der vorderen Hornhautfläche hat keine allzugroße klinische Bedeutung. Wichtig ist dagegen der Spiegelbezirk der hinteren Hornhautfläche. Er ist wesentlich lichtschwächer und etwas kleiner als der der Hornhautvorderfläche. Um ihn zu sehen, muß man ihn von dem stark blendenden vorderen Spiegelbezirk trennen können. Dazu ist eine möglichst flache Einfallsrichtung des Lichtes von Vorteil. Immer bleibt aber der vordere Spiegelbezirk mit eingestellt. Um dessen Helligkeit etwas herabzusetzen, kann man mit Vorteil den Spalt etwas verengern. Im hinteren Spiegelbezirk werden bei Vergrößerungen von 20fach an die einzelnen Endothelzellen sichtbar, auch feinste, manchmal zur Frühdiagnose verwendbare Veränderungen.

Die Größe des Spiegelbezirkes ist eine Funktion des Krüm-

mungsradius der spiegelnden Fläche. Je kleiner der Krümmungsradius ist, desto kleiner wird auch die spiegelnde Zone. Bei Vorder- und Hinterfläche der Hornhaut ist sie kleiner als die Oberfläche des Prismas bei weitem Spalt. Bei Untersuchung des hinteren Spiegelbezirkes der Hornhaut empfiehlt es sich, zur Steigerung der Helligkeit das Lichtbüschel fokal einzustellen. Das Spiegelbild der vorderen Linsenfläche, der vordere Linsenchagrin hat eine wesentlich größere Ausdehnung als das fokal auf ihre Oberfläche eingestellte Lichtbüschel. Man untersucht daher den vorderen Linsenchagrin besser bei diffuser Einstellung und kann so meist große Teile der Linsenoberfläche gleichzeitig beobachten. Die stärkere Krümmung der hinteren Linsenfläche erzeugt einen kleineren, lichtstarken Spiegelbezirk, der besser bei fokaler Einstellung untersucht wird.

Spiegelbilder und Spiegelbezirk.

Die für Untersuchung der Spiegelbezirke wichtige Unterscheidung von den Spiegelbildern verdanken wir in erster Linie einer Arbeit Kobys. Von praktischer Bedeutung sind nur die Spiegelbilder, welche von der Oberfläche der Hornhaut erzeugt werden. Sie wirkt als konvexer Spiegel und erzeugt daher aufrechte Bilder. Die sich spiegelnden Objekte sind vornehmlich die Beleuchtungslinse und der Spalt bzw. seine Abbildung im Fokus des Lichtbüschels.

Die Verwechslung des Spiegelbildes der Beleuchtungslinse mit dem Spiegelbezirk der Hornhaut ist unschwer zu vermeiden und zwar wegen der tiefen Lage des Spiegelbildes. Abbildung 27 gibt eine Vorstellung von diesen Verhältnissen.

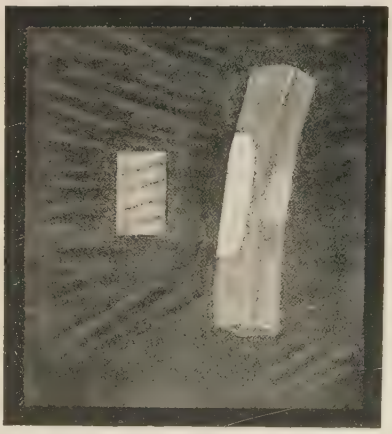


Abb. 27. Spiegelbilder und Spiegelbezirke der Hornhaut. Lichteinfall von links! An der Oberfläche des „Prismas“ (fokale Einstellung) erscheint der sehr helle Spiegelbezirk der Hornhautoberfläche und gleichzeitig das Spiegelbild des Spaltes, bzw. seiner fokalen Abbildung.
An der Rückfläche des „Prismas“ der Spiegelbezirk der hinteren Hornhautfläche (Endothelzeichnung).
Links vom „Prisma“, in der Tiefe der Kammer, das Spiegelbild der Beleuchtungslinse. Man erkennt deutlich die Form der Linse und 5 Windungen der Lichtquelle.

Nach den Gesetzen der Spiegelung würde sich das Spiegelbild der Beleuchtungslinse im Spiegelfokus der vorderen Hornhautfläche, also tief im Inneren des Auges befinden, wenn die Beleuchtungslinse in unend-

licher Entfernung vom Auge aufgestellt wäre und somit parallele Strahlen ausschickte. Bringt man die Linse näher an die Oberfläche der Hornhaut heran, so rückt ihr Spiegelbild aus der Tiefe des Auges nach vorn und erreicht die Oberfläche der Hornhaut, wenn auch die Linse dort angekommen ist. Dieser Fall tritt praktisch niemals ein. Das Spiegelbild der Linse liegt daher stets hinter der Hornhaut und zwar etwas hinter dem Niveau der Iris. Es liegt bei dem gebräuchlichen schrägen Lichteinfall meist seitlich verschoben von der fokal eingestellten Hornhautpartie, bei der gewöhnlichen Art der Beleuchtungsrichtung, also meist temporal davon. Stellt man das Mikroskop auf dieses Spiegelbild ein, so erkennt man die Beleuchtungslinse an ihrer Form, an Stäubchen und Schlieren des Glases und beim Köhler-Vogtschen Strahlengang findet man auch stets die 4—5 Windungen der Lampenspirale abgebildet.

Wesentlich häufiger dagegen treten Verwechslungen zwischen den Spiegelbezirken der Hornhautrückfläche und dem Spiegelbild des Spaltes auf. Das fokale reelle Bild des Spaltes erzeugt diese Spiegelbilder. Es kann hierbei der Fall eintreten, daß sich das Objekt und sein Spiegelbild in derselben Ebene befinden, nämlich bei fokaler Einstellung auf die Hornhautoberfläche. Es fällt dann das Spiegelbild des Fokus mit dem Spiegelbezirk der vorderen Hornhautfläche zusammen. Eine Einstellung in eine falsche Ebene ist in diesem Falle nicht möglich. Das ist ein weiterer Grund, bei den ersten Übungen im Einstellen der Hornhautspiegelbezirke das Licht stets fokal einzustellen. Bei diffuser Einstellung dagegen fallen Spiegelbild des Fokus und Spiegelbezirk nicht zusammen. Stellt man postfokal ein, so befindet sich das zu spiegelnde Objekt, der Fokus des Lichtbüschels, vor der Hornhautoberfläche. Sein Spiegelbild liegt daher in der vorderen Kammer. Stellt man aber präfokal ein, so rückt der Fokus hinter die Hornhaut und sein Spiegelbild liegt davor. Wenn man stark diffus einstellt, so rücken die Spiegelbilder soweit nach hinten, bzw. nach vorne, daß eine Verwechslung mit den Spiegelbezirken nicht leicht möglich ist. Dagegen ist bei geringer Ungenauigkeit der fokalen Einstellung des Lichtbüschels die Gefahr einer Verwechslung groß. Das hierbei nur sehr wenig vor oder hinter der Hornhautoberfläche liegende Spiegelbild wird anfangs immer wieder als Spiegelbezirk der Hinterfläche der Hornhaut angesehen, weil es lichtstärker ist als dieser.

Die Verhältnisse bei fokaler Einstellung des Lichtbüschels im Brennpunkt der Hornhaut oder noch weiter nach hinten haben ein mehr theoretisches Interesse.

Das Spiegelbild des Spaltes läßt ebenfalls dessen Form wiedererkennen.

Es ist beim Köhler-Vogtschen Strahlengang homogen, lichtstark und seitlich scharf begrenzt.

Im Spiegelbezirk werden die kleinsten Unregelmäßigkeiten der Spiegeloberfläche sichtbar. An der Hornhautoberfläche werden diese leicht von der Tränenflüssigkeit ausgeglichen, außerdem stört die blendende Helligkeit erheblich die Untersuchung. Dagegen leistet die Methode Hervorragendes bei der Hinterfläche der Hornhaut und den Linsenflächen.

5. Allgemeine praktische Ratschläge für die Untersuchung an der Spaltlampe.

Die Spaltlampe ist in einem gut verdunkelten Raum aufzustellen. Für die meisten Untersuchungen ist absolute Dunkelheit nicht notwendig. Eine geringe Helligkeit ist zur Beobachtung des Patienten und zur Orientierung im Untersuchungsraum gut zu gebrauchen. Beim Studium lichtschwacher Gebilde, also besonders des Glaskörpers, bei Anwendung des schmalen und Lochbüschels ist aber völlige Dunkelheit und genügende Dunkeladaptation zu fordern. Wer nicht über eine Bogenspaltlampe verfügt, möge ausgiebig von der Übervoltung der Nitralampe Gebrauch machen, durch die eine wesentliche Steigerung der Helligkeit erreichbar ist.

Der Widerstand wird horizontal aufgestellt, da seine starke Wärmeausstrahlung bei längerer Benutzung sonst die Hartgummiteile des oberen Endes zum Erweichen bringt. Drehschemel sind für Arzt wie Patient kaum zu entbehren. Der Spaltlampentisch ist genau horizontal auszurichten, da bei Schiefstand des Tisches der schwenkbare Doppelarm, der in Rollenlagern läuft, nicht in der Stellung stehen bleibt, die man ihm gegeben hat.

Vor Beginn der eigentlichen Untersuchung bringt man vorteilhaft die Höhenverstellung der Nitralampe und des Mikroskopes, ebenso den Mikroskopschlitten und die horizontale und vertikale Verschiebung der Beleuchtungslinse auf eine mittlere Stellung. Man hat dann einen genügenden Spielraum für die Feineinstellung, nachdem durch einfaches Heranführen des Beleuchtungsarmes und des Mikroskopes die grobe Einstellung hergestellt ist.

Der Patient muß bequem sitzen, damit er bei längerer oder feinerer Untersuchung ruhig halten kann. Ein besonderes Fixationsobjekt aufzustellen, ist überflüssig. Für die erste Untersuchung läßt man den Blick geradeaus und etwas nach oben richten. Der Beleuchtungsarm wird von der temporalen Seite herangeführt. Bei genügender Übung und unter besonderen Bedingungen kann man natürlich von diesen Regeln absehen.

Nachdem man das fokale Büschel unter makroskopischer Kontrolle eingestellt hat, wird bei mikroskopischer Beobachtung die feinere Einstellung mit Hilfe des Schlittentriebes ausgeführt. Es hat sich in den Kursen immer wieder gezeigt, daß bei noch fehlender Technik ein dauerndes Festhalten des Beleuchtungsarmes die ersten Übungen erschwert. Bedient man gleichzeitig mit der anderen Hand die Mikroskopschraube, so kommen unbeabsichtigte Verschiebungen des Beleuchtungsarmes dauernd vor. Bei genügender Übung dagegen findet jeder ohne Schwierigkeit den für ihn passendsten Modus. Vielfach wird später bevorzugt, den Trieb der Beleuchtungslinse mit den ersten drei Fingern zu bedienen, während der vierte und fünfte am Mikroskop leicht aufgestützt wird. Feine Verschiebungen des Lichtbüschels sind bei dieser Fingerstellung gleichmäßig und sicher ausführbar. Für die Bedienung des Mikroskopes wird die freie Hand benutzt. Die Schrauben für die Kippvorrichtung und die horizontale Drehung des Mikroskopes sind am besten nur soweit anzuziehen, daß eine Stellungsänderung ohne vorherige Lösung dieser Schrauben möglich ist.

Hinsichtlich der Vergrößerungen wurde das Notwendigste schon ausgeführt. Ist ein Objektivrevolver vorhanden, so beginnt man jede Untersuchung mit der schwächsten, also etwa 10fachen Vergrößerung. Ein stärker vergrößerndes Objektiv kann dann schnell vorgeschaltet werden, ohne daß eine Veränderung der Tiefeneinstellung des Mikroskopes nötig wird. Die für die meisten Untersuchungen besonders geeignete Vergrößerung ist die 20fache.

Öftere Reinigung des Mikroskopes ist dringend anzuraten. Die Frontlinsen der Objektive geraten nicht selten mit der Stirn oder den Wimpern des Patienten in Berührung. Beschmutzung mit einer Fettschicht und damit Verschleierung des Bildes ist die Folge. Auch der Spalt ist regelmäßig zu entstauben. Feinste Staubkörnchen erzeugen bei stark verengtem Spalt störende dunkle Linien im Fokus des Lichtbüschels.

Ratschläge für die ersten Übungen.

Es empfiehlt sich, mit der direkten Beleuchtung zu beginnen und zwar am normalen Auge, evtl. bei lebenden Kaninchen oder auch an enukleierten Schweineaugen. Man übt zunächst die fokale Einstellung auf die Hornhaut bei weitem Spalt und 10facher Vergrößerung. Das Prisma in der Hornhaut, die eigenartige Zeichnung der Substantia propria und die Nerven sind meist leicht zu erkennen. Die scharfe Einstellung der Kante *c d* ist besonders wichtig. Man kann mit Vorteil die Oberfläche der Hornhaut durch Fluoreszin oder Kalomelstaub sichtbar machen. Weiter stellt man sich die Linse bei weiter

Pupille ein und versucht die Diskontinuitätszonen zu erkennen. Dabei wird man den großen Vorteil des maximal verengten Spaltes sofort erkennen. Möglichst flacher Lichteinfall ist zu bevorzugen. Zur Untersuchung des Glaskörpers wählt man dagegen breites Büschel und ziemlich steilen Lichteinfall, um möglichst in die Tiefe zu dringen. Gute Dunkeladaptation ist hierbei notwendig. Alle diese Einstellungen übt man dann auch mit 20—30facher Vergrößerung.

Im durchfallenden Licht läßt sich am normalen Auge besonders gut der Rand der Hornhaut untersuchen. Bei Konzentrierung des Lichtes an der Basis der Iris sieht man bei stärkerer Vergrößerung eine feinste Punktierung des Hornhautepithels, das physiologische Epithelödem. Vielseitige Übungen erlauben alte Hornhautveränderungen mit Gefäßen, in denen man die Blutströmung erkennt. Besonders instruktiv sind abgeheilte Fälle von interstitieller Keratitis. Die obliterierten Gefäße bilden ein dankbares Objekt zur Bewertung der Untersuchung im durchfallenden Licht, im Vergleich zu der im direkten.

Mit der Untersuchung der Spiegelbezirke beginne man erst nach guter Beherrschung der anderen Methoden. Vorteilhaft fängt man mit dem am leichtesten auffindbaren Spiegelbezirk der hinteren Linsenfläche an, geht dann zum vorderen Linsenchagrin über und spart sich die Einstellung des hinteren Spiegelbezirkes der Hornhaut bis zuletzt auf. Es hat sich in den Kursen immer wieder herausgestellt, daß die Einstellung des Spiegelbezirkes der Hornhaut bei pathologischen Fällen (Hornhautödem usw.) wesentlich leichter gelingt als bei normalen. Die Einstellung der Spiegelbezirke läßt sich auch an Tieraugen gut üben.

IV.

Klinischer Teil.

1. Die Bindehaut.

Spezielle Untersuchungstechnik.

Die Untersuchung der Bindehaut an der Spaltlampe bietet keine besonderen Schwierigkeiten. Bei ihrer oberflächlichen Lage ist sie für die Einstellung leicht zugänglich. Das Ektropionieren der Lider bei Untersuchung der tarsalen Bindehaut und die Fixation der Lider bei stärkerer Lichtscheu erfordert meist Assistenz. In erster Linie kommt an der Bindehaut die direkte Beleuchtung in Anwendung. Eine gleichzeitige Einstellung im durchfallenden Licht ist jedoch namentlich bei der Bulbusbindehaut nicht zu vermeiden. Die Bindehaut absorbiert nur eine geringe Menge Licht, das Lichtbüschel trifft daher fast ungeschwächt auf die gleich darunter liegende Sklera und erzeugt hier eine stark aufleuchtende Zone. Es ist daher die direkte und durchfallende Beleuchtung gleichzeitig eingestellt.

Bei direkter fokaler Einstellung des Lichtbüschels ist die nicht unbeträchtliche Blendung für genaue Beobachtung ziemlich störend. Man schaltet daher mit Vorteil die Koeppeschen Farbenfilter vor. Die gelben und blaugrauen Farbgläser sind gut geeignet, letztere namentlich zu Pigmentstudien. Das rotfreie Licht ist nur für Gefäßuntersuchungen von Bedeutung. Im rotfreien Licht erscheinen die Gefäße schwarz auf blaugrünem Untergrund und treten bis in ihre feinsten Verzweigungen mit der Schärfe einer Tuschezeichnung hervor. Der starke Lichtverlust durch das rotfreie Filter verlangt eine Übervoltung der Nitralampe; noch besser ist eine Bogenlampe.

Um größere Teile der Bindehaut gleichzeitig einzustellen, wählt man eine diffuse Beleuchtung. Umschalten auf den Gullstrandschen Strahlengang ist dabei zu empfehlen.

Die indirekte Beleuchtung ist an der Bindehaut ebenfalls gut zu gebrauchen, namentlich für die Beobachtung der Gefäßzirkulation.

Die normale Bindehaut.

Die tarsale Bindehaut bietet wenig Besonderheiten. Ein tieferes Eindringen des Lichtes ist bei der Undurchlässigkeit des Gewebes unmöglich.

Gewisse Vorteile bietet die indirekte Beleuchtung, bei der besonders an der Übergangszone zwischen direkter und indirekter Beleuchtung manche sonst nicht erkennbare Einzelheiten sichtbar werden können. Unter normalen Verhältnissen sieht man, besonders schön im rotfreien Licht, die größeren und kleineren Gefäße und die eigenartigen Gefäßknäuel, die in die einzelnen Papillen hineinragen. Die Schleimhautoberfläche läßt keine Einzelheiten erkennen, namentlich sind keinerlei zellige Elemente differenzierbar.

Eine elektive Vitalfärbung der Epithelien in der Umgebung der Tränenpunkte und des Lidrandes entlang der Übergangslinie der Schleimhautepithelien in die Epithelien der äußeren Lidhaut erzielte Marx durch Einträufeln einer 1% Rosebengalelösung in den Bindehautsack. Auch bestimmte Stellen der Bulbusbindehaut färben sich, namentlich am Limbus. M. glaubt hier einen Mechanismus nachgewiesen zu haben, der auch für die Lokalisation der Phlyktäne von Bedeutung ist.

Die Bindehaut des Augapfels zeigt als durchsichtige Membran Oberflächenreflexe. Bei gelegentlichen Faltenbildungen kommt es zu charakteristischen doppelten Reflexstreifen (Vogt).

Am auffälligsten treten die Gefäße hervor. Das oberflächliche, hellrote, vielfach anastomosierende Gefäßsystem ist ohne weiteres von dem tiefer liegenden, bläulichroten, episkleralen zu unterscheiden. Die oberflächlichen Gefäße verschieben sich mitsamt der Konjunktiva sehr leicht, z. B. schon beim normalen Lidschlag. Sie kehren nach Aufhören der Störung sofort an ihre alte Stelle zurück.

Das Studium der einzelnen Gefäßabschnitte, das namentlich von Koeppe eingehend durchgeführt wurde, hat nur theoretisches Interesse. Die Unterscheidung von Venen und Arterien ist nicht immer sicher möglich. Unterschiede in der Farbe sind nicht erkennbar; zum mindesten sind sie so geringgradig, daß keine Schlüsse daraus abzuleiten sind.

Die Blutzirkulation ist schon bei schwacher (10—20facher) Vergrößerung sichtbar, namentlich gut im indirekten Licht. Den Limbus kann man auch im durchfallenden Licht einstellen. Das perilimbäre Gefäßsystem läßt bei normalem Auge nicht selten in einzelnen Gefäßschlingen eine Blutzirkulation vermissen. Es genügt aber eine geringe Massage durch die Lider, das gleiche sieht man natürlich bei entzündlicher Reizung, um sie hervorzurufen, und das ganze System mit Blut zu füllen. Im arteriellen Teil kleinster Gefäßschlingen ist nicht selten eine Unterbrechung des Blutstromes zu sehen. Kleine Blutsäulen oder auch einzelne Blutkörperchen rollen in unregelmäßigen Rhythmen durch das Gefäß. Im venösen Teil und ebenso in allen größeren Gefäßen sieht man dagegen einen gleichmäßigen Blutstrom, das Bild der „körnigen Strömung".

Am Limbus geht die Konjunktiva mit unscharfer Grenze in das durchsichtige Hornhautgewebe über. Bei manchen Menschen heben sich am oberen und
3 unteren Limbus radiär gestellte palisadenförmige Gebilde mit wechselnder Deutlichkeit ab. Sie gehören zu den oberflächlichen Bindehautschichten. In vielen dieser Palisaden verläuft eine kleine, zum Randschlingennetz gehörende Arterie.

Perivaskuläre Lymphscheiden sind normalerweise nicht sicher abzugrenzen. Ebensowenig sind in normalen Fällen die solitären Lymphgefäße sichtbar. Sie lassen sich aber durch Vitalfärbung mit Methylenblau (Knüsel) teilweise zur Darstellung bringen.

Zellige Elemente der Bindehautoberfläche sind nur nach Vitalfärbung z. B. mit Methylenblau (Knüsel und Vonwiller) sichtbar.

Die Nerven sind nach Knüsel bei nach unten gerichtetem Blick zu erkennen, wenn man gleichzeitig einen leichten Druck auf das Oberlid ausübt. Sie erscheinen als glänzende weiße Fädchen. Auch konnte Knüsel bei älteren und hochgradig myopischen Patienten die Sehnenausbreitung der seitlichen geraden Augenmuskeln erkennen.

Pathologische Veränderungen der Bindehaut.

Die klinische Bedeutung der Spaltlampenuntersuchung der Bindehaut, besonders der tarsalen, ist nur gering. Exsudatauflagerungen bei entzündlichen Prozessen verdecken sehr bald den Einblick. Man wird kaum in die Lage kommen, auf Grund einer Spaltlampenuntersuchung eine Diagnose ändern zu müssen.

4 Pigmentationen der Bulbusbindehaut sind bei älteren Patienten sehr häufig. Sie betreffen meist den Limbus. Nicht selten sieht man radiär gestellte, fein punktierte, gelblich braune Linien, die zu je zweien angeordnet, schmale helle Streifen einschließen, in denen man die Palisaden wiedererkennt. Nach der Hornhaut zu biegen sie nicht selten seitlich um, ohne jedoch geschlossene Arkaden zu bilden. Auch ein fleckförmiges Übergreifen auf die Hornhaut kommt vor. In weiterer Entfernung von der Hornhaut ist die Pigmentablagerung in der Bindehaut fleckförmig. Stets sieht man dabei zu beiden Seiten von Blutgefäßen im Bereich der Pigmentierung schmale pigmentfreie Zonen, durch perivaskuläre Lymphgefäße bedingt. Helle anastomosierende Linien, die durch solche Pigmentflecke hindurchziehen, lassen an solitäre Lymphkanäle denken. Nach Vogt liegt das Pigment subkonjunktival in der oberflächlichen Lage der Episklera und ist hämatogenen Ursprunges.

Ähnliche Pigmentation kommt auch bei Morbus Addisoni vor. In dem vom Verfasser beobachteten Falle bestand ein schon makrosko-

pisch sichtbarer, perilimbärer Pigmentring, der im Zusammenhang mit Besserung des Allgemeinbefindens und Rückfällen an Ausdehnung wechselte. Eine Unterscheidung von einfacher seniler Pigmentation wird aber nicht immer möglich sein. Dazu kommt, daß ähnliche Bilder auch bei stark pigmentierten Individuen vorkommen (Ascher), so daß der diagnostische Wert solcher perilimbärer Pigmentringe nur ein sehr bedingter ist.

Die Argyrose der Bindehaut läßt an der Spaltlampe eine feine regelmäßige Verteilung des Silbers erkennen. Es häuft sich besonders entlang den Gefäßen an, in deren Niveau es liegt, während das Epithel frei bleibt.

Die Gefäße zeigen im Senium mannigfaltige Veränderungen in Form ampullenförmiger, wurstartiger und variccöser Erweiterung. Ob eine angeborene Schwäche der Gefäßwand als Grundlage notwendig ist, bleibt unentschieden. Ähnliche Bilder kommen auch zustande bei Entzündung und besonders ausgeprägt nach Röntgen- und Radiumbestrahlungen (Birch-Hirschfeld, Flaschenträger u. a.).

Teleangiektasien der Venen und Kapillaren sind bei Arteriosklerose, Syphilis, Diabetes u. a. Erkrankungen oft beschrieben. Eine Abgrenzung bestimmter Formen besonderer Ätiologie ist auch schon vor der Einführung der Spaltlampe versucht worden. Der klinische Wert solcher Befunde darf nicht überschätzt werden. Die Allgemeinuntersuchung können sie nicht ersetzen, ihr Resultat ist auch nur mit gewissen Einschränkungen zu den Gefäßveränderungen in Beziehung zu setzen.

Subkonjunktivale Blutungen zeigen an der Spaltlampe ein interessantes Bild. Namentlich in den Randpartien sieht man um die Gefäße eine helle Scheide, ähnlich den Bildern bei Pigmentationen. Auch als solitäre Lymphgefäße imponierende Kanäle werden oft sichtbar.

Mit Blutungen können kleinste Angiome verwechselt werden, die nicht selten am Limbus (Koeppe, Vogt), aber auch an anderen Stellen, z. B. an der Karunkel entstehen. Ihre Natur wird an der Spaltlampe ohne weiteres klar. Genaue Differentialdiagnosen lassen sich auch zwischen Tumoren und Kysten stellen.

Bemerkenswert sind Blutungen in das Lymphgefäßsystem hinein (Marx), die spontan bei Arteriosklerose, sehr viel häufiger bei Verletzungen der Konjunktiva auftreten können. Bei Operationen und subkonjunktivalen Injektionen sieht man gelegentlich eine strichförmige Blutung ziemlich plötzlich von der verletzten Bindehautstelle aus auf relativ weite Strecken sich ausbreiten. Ein Versuch, sie durch Abtupfen zu beseitigen, gelingt nicht. An der Spaltlampe erkennt man ein mit Blut gefülltes Gefäßsystem mit ampullenförmigen Erweiterungen und Einschnürungen, entsprechend den Lymphgefäß-

klappen. Während der Resorption, die meist in wenigen Tagen erfolgt, sieht man oft eine hyphämaähnliche Schichtung des Blutes in den ampullenartig erweiterten Lymphgefäßen.

Klinisch wichtig ist das Studium der Trepanationsfistel an glaukomatösen Augen, die nach Elliot operiert wurden. Man bekommt eine gute Vorstellung von der kystenartigen Abhebung der Konjunktiva, von der Pigmentation und der Beschaffenheit der Skleralöffnung. Bei fokaler Einstellung ist indirekte Beleuchtung zu bevorzugen. Die von Seidel angegebene Fluoreszeinprobe läßt sich bei schwacher Vergrößerung und evtl. diffuser Beleuchtung an der Spaltlampe gut durchführen. Ähnliche Bilder sieht man auch bei zystoider Vernarbung nach Iridektomie. Sie geben uns eine Erklärung für die gelegentlich auch bei Glaukoma simplex wirksame Iridektomie.

2. Die Hornhaut.

Spezielle Untersuchungstechnik und normales Aussehen.

An der Hornhaut kommen alle Beleuchtungsmethoden bei der klinischen Untersuchung ausgiebig zur Anwendung.

1. Das direkte Lichtbüschel, fokal eingestellt, schneidet aus der Hornhaut ein homogen beleuchtetes, scharf begrenztes, rechteckiges Prisma heraus. Infolge der diffusen inneren Reflexion des Hornhautgewebes erscheint es, abgesehen von individuellen Verschiedenheiten, je nach der Helligkeit der benutzten Lichtquelle mehr oder weniger hell-weißlich grau. Man unterscheidet an dem Prisma die Eintrittsfläche des Lichtes = Hornhautoberfläche (*a b c d*), die Austrittsfläche des Lichtes = Hornhautrückfläche (*a' b' c' d'*) und den Durchtritt des Lichtes durch die Hornhautsubstanz. Die Einstellung ist nur dann exakt, wenn die Kante *c d* scharf zu sehen ist.

11 Innerhalb des Prismas erkennt man bei genügend starker Vergrößerung (20—30fach) gewisse Struktureigentümlichkeiten, deren anatomisches Substrat im einzelnen nicht völlig geklärt ist. Die Substantia propria zeigt eine netz- oder sternchenförmige, unscharf begrenzte Zeichnung, in der man nach Koeppe u. a. die fixen Hornhautzellen und das Saftlückensystem vermuten könnte. Bei der unsicheren Vorstellung, die wir von der feineren Anatomie und dem Saftstrom der normalen lebenden Hornhaut besitzen, ist jedoch eine gewisse Vorsicht bei der Beurteilung dieser Bilder an der Spaltlampe geboten. Die Hornhautlamellen und ihr Verlauf sind normalerweise nicht sichtbar.

Injiziert man in die Hornhaut eines enukleierten Tier- oder Menschenauges etwas Luft, so entsteht eine weißliche Trübung. Sie setzt sich aus feinen gradlinigen lufthaltigen Kanälen zusammen, den bekannten Bowmanschen

Röhren. Sie liegen interlamellär und kommen durch das Auseinanderreißen einzelner Lamellen und Lamellengruppen durch den Luftdruck zustande. Ganz entsprechende Bilder lassen sich nach Magnus und Ada Stübel durch Injektion von Wasserstoffsuperoxyd darstellen. Der durch Katalase freiwerdende Sauerstoff übt die gleiche mechanische Wirkung aus, wie die unter Druck eingespritzte Luft. Einen Rückschluß auf das Vorhandensein von Lymphkanälen oder besonderen Flüssigkeitsbahnen daraus zu ziehen, ist wohl kaum erlaubt. Dagegen ist die Verlaufsrichtung der Lamellen gut daran zu erkennen. Die Verlaufsrichtung erscheint in den einzelnen Schichten der Substantia propria stark wechselnd, oft um 90° verschieden.

In jeder normalen Hornhaut sind im direkten Licht die Hornhaut- 11
nerven sichtbar. Sie erscheinen als feine seidenglänzende Fäden, treten am Limbus in die Hornhaut ein und nehmen im großen und ganzen einen radiären Verlauf. Sie liegen nur in den oberen und besonders zahlreich in den mittleren Schichten, nie in den tieferen und bleiben in ihrem Verlauf an eine bestimmte Schicht gebunden. Ihre Verzweigung ist dichotonisch, seltener trichotonisch. An den Teilungsstellen sieht man gelegentlich zarte schwimmhautähnliche Gebilde (Koeppe). Die Sichtbarkeit der Hornhautnerven ist individuell verschieden. Im allgemeinen verlieren sie am Limbus ihre Markscheiden. Gelegentlich kommen aber auch intrakorneal Markscheiden vor. Die Nerven sind dann dicker, weißlicher und oft auch bei diffuser Beleuchtung sichtbar.

Die genaue Kenntnis der normalen Hornhautnerven ist klinisch wichtig. Ihre Verwechslung mit Resten von Gefäßen ist leicht möglich, besonders wenn sie pathologisch verändert sind. Vor Einführung der Spaltlampe wurden z. B. bei Keratokonus die stark verdickten und daher auch bei diffuser Beleuchtung schon oft erkennbaren Nervenfasern allgemein für Gefäße gehalten, als Zeichen überstandener Entzündungen aufgefaßt und zum Fleischerschen Keratokonusring in Beziehung gebracht. Ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal ist die Unsichtbarkeit der Nervenfasern im durchfallenden Licht, während alte Gefäßreste gerade bei dieser Beleuchtung am deutlichsten erkennbar sind. Diese weisen zudem fast stets, auch bei alten Fällen, eine Blutzirkulation auf. Durch Massage der Hornhaut mit den Lidern, noch besser durch Dionin-Wärmebehandlung kann man die Blutfüllung der Gefäßreste steigern und dadurch die Diagnose wesentlich erleichtern.

Die bisher beschriebenen Hornhautbilder bezogen sich ausschließlich auf die Substantia propria. Die verschiedenen Hornhautschichten lassen sich unter normalen Verhältnissen nicht voneinander abgrenzen. Allerdings ist nicht zu leugnen, daß die Substantia propria durch stärkere optische Inhomo-

genität von einer schmalen, vor ihr liegenden Schicht unterschieden ist. Letztere läßt sich noch besser abgrenzen, wenn man die Epitheloberfläche durch Fluoreszin und Verengerung des Lichtbüschels sichtbar macht. Man kann unter diesen Bedingungen ausnahmslos eine schmale homogene Schicht vor der Substantia propria abgrenzen, in der man das Epithel und die Bowmansche Membran vermuten kann (Knüsel). Praktische Bedeutung kommt dieser Feststellung nicht zu.

Das Auftreten einer hellen Linie an der Oberfläche der Hornhaut im schmalen Büschel mit dem Epithel in direkte Beziehung zu bringen, ist nicht ohne weiteres erlaubt. Solche Linien entstehen immer an den Grenzflächen zweier Medien mit stark verschiedenem Brechungsindex. Das läßt sich deutlich an einer einfachen planparallelen Glasplatte demonstrieren. Abbildung 28 ist bei direkter Beleuchtung einer solchen Glasplatte gewonnen und zeigt deutlich die Oberflächenlinie sowohl an der Vorder- wie Rückfläche. Die gleichen Linien treten auch an der Hornhaut auf. Man sollte sie daher nicht als Epithel- und Endothellinie, sondern als Vorder- und Rückenflächenlinie der Hornhaut bezeichnen. Eine schwach angedeutete Linie sieht man außerdem dicht unter dem Epithel, anscheinend mit der Oberfläche der Substantia propria zusammenfallend.

Abb. 28. Oberflächenlinie an einer planparallelen Glasplatte. Direkte fokale Beleuchtung. Lichteinfall von rechts. 10-fache Vergrößerung.

Die Tiefenlokalisation im schmalen Büschel.

Die Oberflächenlinie ist für die Tiefenlokalisation von besonderer Bedeutung. Sie ist nur im schmalen Büschel genau erkennbar. Ein sicheres Urteil über die Tiefenlage eines Herdes oder dergleichen kann man also nur durch Darstellung des Oberflächenstreifens gewinnen. Durch hell aufleuchtende, in der Hornhautsubstanz liegende Herde wird leicht eine Verdünnung der Hornhaut vorgetäuscht, da vor einer solchen hell aufleuchtenden Zone die normale Hornhaut sich im breiten Büschel nicht mehr abhebt. Derartige Bilder sind an der Hornhaut eine alltägliche Erscheinung. Wir sehen sie bei jeder älteren, tiefer liegenden Makula, bei Infiltraten und beim Arcus lipoides. Die zwischen Limbus und Arcus liegende normale Hornhautzone imponiert bei diffuser Beleuchtung und ebenso im breiten Büschel als rinnenartiger Defekt (Vogt). Solche Trugbilder lassen sich nur durch Einstellung des maximal verschmälerten Lichtbüschels vermeiden. Mit Auftreten der Oberflächenlinie ist deren Lage genau bestimmt. Bei allen Beurteilungen über Veränderungen der Hornhautdicke ist daher nur die Unter-

suchung im schmalen Büschel ausschlaggebend. Bild 12—15 auf Tafel 4 mögen zur Demonstration dieser optischen Erscheinungen 12—15
dienen. In den Fällen 12 und 14 scheint bei fokaler Einstellung des breiten 12, 14
Büschels ein deutlicher oberflächlicher Defekt in der Hornhaut zu bestehen. Im schmalen Büschel (Bild 13 und 15) erkennt man aber sofort, daß es sich 13, 15
im ersten Falle um ein Trugbild handelt, während im zweiten eine wirkliche Verdünnung der Hornhaut nachgewiesen ist. Daß für die Beurteilung der Tiefenlage eines Herdes die Darstellung der Oberflächenlinie unbedingt notwendig ist, dürfte aus den Abbildungen ebenfalls deutlich genug hervorgehen. Die diffuse direkte Beleuchtung gibt gute Übersichtsbilder und eignet sich daher besonders zum Aufsuchen von Fremdkörpern und einzelnen Herden.

2. Die Untersuchung im indirekten Licht bedarf keiner eingehenden Beschreibung. Besonders gut lassen sich die Randpartien der Hornhaut einstellen, wenn man das Licht am Limbus oder noch etwas weiter davon entfernt in der Sklera konzentriert. Die Beobachtung im oszillierenden Licht (Koeppe) ist oft mit Vorteil anzuwenden. Auch bei Beobachtung im durchfallenden Licht kann das indirekte Licht ausgenutzt werden.

3. Im durchfallenden Licht erscheint die normale Hornhaut vollkommen durchsichtig. Einzelheiten sind daher nicht zu sehen. Es sei darauf hingewiesen, daß der im direkten Licht festgestellte individuell und in den verschiedenen Lebensaltern etwas verschieden stark ausgeprägte Grad der diffusen inneren Reflexion kein Maß für die Lichtdurchlässigkeit der Hornhaut ist. Das gleiche kehrt auch bei der Linse wieder und ist hier z. B. von Wichtigkeit für die Diagnose Cataracta nuclearis. Am Hornhautrande tritt uns eine, nur bei stärkerer Vergrößerung (20- oder besser 30fach) deutliche, feinste Punktie- 16
rung der Oberfläche entgegen, die im direkten Licht verschwindet. Sie ist im Bereich der Randschlingen besonders deutlich ausgeprägt und wird von Vogt mit dem normalen Flüssigkeitsstrom in Beziehung gebracht. Die Ursache dieser optischen Erscheinung besteht in einer stärkeren Flüssigkeitsdurchtränkung des Epithels, das man als physiologisches Epithelödem bezeichnen kann (Epithelbetauung Vogts). Unter pathologischen Verhältnissen dringt dieses Ödem des Epithels gleichzeitig mit den Randschlingen weiter in die 17
Hornhaut vor und nimmt an Deutlichkeit zu. 18

Zur Untersuchung des normalen Epithelödems fokussiert man das Licht in den Kammerwinkel. Die Feinheit der optischen Erscheinungen, die es hervorruft, hat einiges methodisches Interesse. Bei genauer Beobachtung erkennt man nämlich, daß gegenüber der Mitte der hell leuchtenden Irispartie kaum Einzelheiten zu erkennen sind. Deutlich sind sie dagegen an den Randpartien, im indirekten durchfallenden Licht oder im sogenannten Halbschatten. Man

wird daher auch feinste pathologische Ödeme der Hornhaut stets im indirekten durchfallenden Licht aufsuchen.

4. Die Untersuchung im direkt reflektierten Licht ist sowohl an der Vorder- wie Rückfläche der Hornhaut möglich. Die optischen Bedingungen für die Einstellung des Spiegelbezirkes sind aber an der vorderen Hornhautfläche ziemlich ungünstig. Eine vollkommen glatte Oberfläche läßt nämlich keinerlei Einzelheiten erkennen. Schon feinste Unregelmäßigkeiten der spiegelnden Oberfläche bedeuten aber eine erhebliche Ablenkung einzelner Strahlenbüschel aus der Hauptrichtung der direkt reflektierten Strahlen. Infolgedessen entstehen Ausfälle in der Spiegeloberfläche, die als lichtschwächere, dunkle Flecke erscheinen. Die außerordentliche Feinheit der Beobachtung bei dieser Methode ist hierauf zurückzuführen.

Die Oberfläche der Hornhaut ist an sich schon sehr glatt. Durch die Tränenflüssigkeit werden außerdem feinste Unregelmäßigkeiten überdeckt. Bei Einstellung des Spiegelbezirkes der normalen Hornhautoberfläche treten Einzelheiten kaum zutage. Man sieht nur ein sehr helles, stark blendendes Rechteck, das etwa $^1/_3$ der Vorderfläche des Prismas (*a b c d*) einnimmt. Die Begrenzung ist nicht ganz scharf. Schleim und Schmutzpartikelchen in der Tränenflüssigkeit sind deutlich zu erkennen. Schwache Farbenerscheinungen, die leicht sichtbar werden, beruhen auf Interferrenzerscheinungen, bedingt durch die in dünner Schicht auf der Hornhaut haftende Tränenflüssigkeit. Das Epithel ist nicht zu erkennen. Auch unter pathologischen Verhältnissen ist die Methode an der Hornhautoberfläche aus gleichen Gründen unbrauchbar. Epitheldefekte oder Bläschen treten im Spiegelbezirk erst dann hervor, wenn sie mit anderen Beleuchtungsmethoden, namentlich mit durchfallendem Licht, schon längst genau zu erkennen sind.

Der Spiegelbezirk der hinteren Hornhautfläche ist dagegen klinisch von größter Bedeutung, namentlich für manche Frühdiagnosen. Seine Einstellung ist technisch nicht einfach. Auf genaue fokale Einstellung des Lichtes sei nochmals hingewiesen. Bei mangelnder Übung soll man den Winkel zwischen Beleuchtungs- und Beobachtungsrichtung möglichst groß nehmen. Bei flachem Lichteinfall rücken Vorder- und Hinterfläche des „Prismas“ auseinander. Dann decken sich auch die Spiegelbezirke nicht mehr. Immer bleibt aber das störende helle Reflexbild auf der Hornhautvorderfläche mit eingestellt. Die technische Schwierigkeit beruht zum großen Teil auf der Notwendigkeit, das blendende Bild der Hornhautvorderfläche übersehen zu lernen. Hat man sich zunächst bei 10facher Vergrößerung über die Lage des hinteren Spiegelbezirkes orientiert, so geht man sofort zur 20fachen und evtl. auch zur 30fachen über. Nur so werden die Einzelheiten genau sichtbar.

Der normale Spiegelbezirk der hinteren Hornhaut- 19
fläche ist lichtschwächer und von leuchtend gelber Farbe. Seine Ausdehnung ist wegen des kleineren Radius der hinteren Hornhautfläche etwas geringer als der der Vorderfläche. Bei stärkerer Vergrößerung erkennt man deutlich die Zusammensetzung des Spiegelbezirkes aus einzelnen hellgelben, scharf begrenzten Feldern auf dunklem Untergrund. Bei 30facher Vergrößerung läßt sich die hexagonale Form der einzelnen Endothelzellen gerade erkennen. Zellkerne sind beim Menschen nicht sichtbar. Der Rand des Spiegelbezirkes ist wesentlich unschärfer als der der Vorderfläche. Namentlich an der Hornhautperipherie treten flache grubenartige Unebenheiten auf. Auch einzelne Endothelzellen können aus dem Niveau der Spiegeloberfläche herausfallen und so als schwarze Punkte erscheinen, ohne daß es sich um pathologische Veränderungen handelt. Bei Jugendlichen ist das Endothel im allgemeinen besonders deutlich.

Die Bowmansche und die Descemetsche Membran sind unter normalen Verhältnissen an der Spaltlampe nicht zu sehen.

Angeborene Anomalien der Hornhaut.

Mikrokornea, Cornea plana und Megalokornea (ohne juveniles Glaukom) sind durch anormale Krümmungs- und Dickenverhältnisse der Hornhaut charakteristisch. Besonderheiten der Gewebsstruktur scheinen nicht vorzuliegen. Nach Friede besteht bei der Cornea plana, im Gegensatz zur Mikrokornea mit normalem Limbus, eine unscharfe Limbusbegrenzung, infolge Stehenbleibens der Randzone der Hornhaut auf skleralähnlicher Stufe.

Beim kindlichen Glaukom, dem Buphthalmus, dagegen gehören Veränderungen der Hornhautsubstanz zur Regel. Sie lassen sich in der Hauptsache als Dehnungserscheinungen auffassen. Bekannt sind die Risse der 20
Descemetschen Membran (Axenfeld), die im großen Bogen, meist 21
konzentrisch zum Limbus, über weite Strecken der Hornhaut hinziehen. Ihre Feststellung ist an der Spaltlampe leicht, sowohl im direkten wie im durchfallenden Licht treten sie deutlich hervor. Da in ihrem Bereich die Descemetsche Membran fehlt, so fehlt natürlich der Endothelspiegel. Trübungen der Substantia propria und Ödem des Endothels in der Umgebung der Risse sind stets zu beobachten. Sie bilden das anatomische Substrat der Haabschen Bändertrübung. Ödem des übrigen Endothels kommt dagegen nur bei fortgeschrittenen Fällen vor, ebenso dichtere Trübungen der Substantia propria oder gar vollständiges Leukom.

Bei jedem stärker entwickelten Buphthalmus finden sich Dehnungserschei-

nungen am Hornhautrande nicht. Sie bestehen in der sogenannten Verbreiterung des Limbus. Seine Grenze ist unschärfer geworden, die Bindehaut und das Randschlingennetz ist weiter auf die Hornhautoberfläche herübergezogen. Meistens ist diese periphere Zone oberflächlich getrübt.

Altersveränderungen der Hornhaut.

Der Arcus senilis (besser lipoides) stellt sich an der Spaltlampe als lokalisierte Vermehrung der diffusen inneren Reflexion dar. Makroskopisch ist der 0,2—0,3 mm breite graue Ring durch eine klare Hornhautpartie vom Limbus getrennt. An der Spaltlampe erkennt man, daß dieses klare Intervall nur in den oberflächlichen und mittleren Schichten liegt, während die tieferen getrübt sind, mit kontinuierlichem Übergang einerseits in den Limbus, andererseits in den Arcus lipoides. Das hierdurch bedingte, methodisch wichtige, optische Phänomen der scheinbaren Rinnenbildung wurde schon besprochen. Gegen das periphere Intervall ist der Arcus scharf abgegrenzt, während er zentralwärts mit unscharfer Grenze in die normale Hornhaut übergeht. Im fokalen Licht der Spaltlampe erscheint der beginnende Arcus oft als starke Verdeutlichung der Strukturzeichnung der Substantia propria. Bei stärkerer Entwicklung hat er dagegen ein mehr strukturloses, gleichmäßiges Aussehen.

Treten entzündliche Veränderungen mit Gefäßentwicklung in der Hornhaut auf, so wird der Arcus gleichzeitig mit den Gefäßen zentralwärts vorgeschoben. Der gefäßhaltige Teil der Hornhaut bleibt dabei stets frei von Fett. Die gleiche zentralgerichtete Ausbuchtung des Ringes unter Freibleiben des gefäßhaltigen Teiles tritt auch auf, wenn Gefäße als Reste früherer Hornhauterkrankungen schon zu Beginn der Fettablagerung vorhanden sind.

Unsere Anschauungen über die Genese des Arcus lipoides und damit seiner klinischen Bedeutung hat durch die neueren Untersuchungen von Versé, Joël, Rohrschneider u. a. eine grundlegende Wandlung erfahren. Während man früher eine degenerative Veränderung der Hornhautsubstanz mit sekundärer Verfettung annahm, ist durch die experimentellen und klinischen Untersuchungen der genannten Autoren sicher nachgewiesen, daß es sich um eine primäre Fettinfiltration der Hornhaut handelt. Diese steht im Zusammenhang mit einer pathologischen Erhöhung des Cholesterins und anderer Lipoide im Blute. Es werden dadurch auf dem normalen Stoffwechselwege anomal große Lipoidmengen in die Hornhaut befördert und hier an typischer Stelle abgelagert. Die Hypercholesterinhämie kommt als habituelle Anomalie schon bei Jugendlichen vor, auch bei Diabetes, Nephritis, während der Schwangerschaft im Senium usw. ist sie bekannt. Sie führt nicht nur zu Lipoidablagerung in der Hornhaut, sondern auch in anderen Organen. Bekannt sind z. B. die Xanthelasmata der Lidhaut. Von größtem Interesse ist die experimentell und klinisch erwiesene Beziehung der Hypercholesterinhämie zur Lipoidablagerung in den Gefäßwänden und damit zur Arteriosklerose. Man wird daher dem Auftreten eines Arcus lipoides mehr Beachtung schenken als bisher. Auch bei Jugendlichen schon im 2. bis 3. Dezennium sind nicht ganz selten Lipoidinfiltrationen der Hornhaut zu beobachten (Arcus juvenilis). Man spricht daher besser von einem Arcus lipoides, da nur für einen Teil der Ausdruck Arcus senilis erlaubt ist. Die Einreihung dieser Verän-

derung unter die rein senilen ist daher auch nur mit Einschränkung erlaubt. Es handelt sich nicht um eine primäre fettige Degeneration der Hornhaut, sondern um eine Fettinfiltration durch Überangebot von Lipoiden auf dem normalen intralamellären Flüssigkeitswege.

Im Senium sind mehr oder weniger ausgesprochene Endothelveränderungen sehr häufig. Im Spiegelbezirk sind sie an einer Abnahme der Endothelzeichnung zu erkennen. In ausgesprochenen Fällen erscheint das Endothel deutlich amorph. Oft kommen rundliche Defekte des Spiegelbezirkes hinzu, deren anatomische Grundlage die Hassal-Henleschen Warzen bilden. Die drüsenartigen Verdickungen der Descemetschen Membran wölben das Endothel kammerwärts vor. Bei Einstellung des Spiegelbezirkes treffen daher die Lichtstrahlen unter einem anderen Winkel auf als auf das in normaler Ebene liegende Endothel. Das Resultat ist daher eine stark ausgeprägte, kreisförmige Verdunkelung im Spiegelbezirk mit Fehlen der Endothelzeichnung.

Wesentlich größere klinische Bedeutung kommt einer anderen Endothelveränderung zu, der Dystrophia endothelialis. Ihre eigentliche 25
Ursache ist unbekannt. Ihre Vorkommen ausschließlich im höheren Alter rechtfertigt bis zu einem gewissen Grade die Einreihung unter die senilen Veränderungen. Die Veränderungen wurden zuerst durch die Beschreibung von Vogt bekannt. Später erfuhren sie durch Basil Graves eine eingehende klinische Würdigung.

Graves konnte 22 Fälle dieser Art über 2½ Jahr verfolgen. Die Veränderung ist stets beiderseits gleichmäßig ausgebildet. Sie beginnt in den zentralen Teilen und schreitet von hier aus peripherwärts fort. Im Zentrum der befallenen Stelle sieht man im Frühstadium zahlreiche runde, schwarze, nicht reflektierende Flächen (Spiegelbezirk). Im direkten und durchfallenden Licht treten feinste, dem Endothel angehörende, weißliche, punktförmige Elemente auf. Sie können leicht übersehen oder auch mit Pigmentablagerungen verwechselt werden. Diese kommen in späteren Stadien oft hinzu. Die Analyse der punktförmigen Elemente ist bisher nicht gelungen. Bei weiterem Fortschreiten können sie bis zur Peripherie der Hornhaut reichen, während in den zentralen Teilen die geschilderten Defekte im Spiegelbezirk herrschen. Noch später können Epithelalterationen in Gestalt feiner, ebenfalls zentral beginnender Vakuolenbildung hinzukommen. Gleichzeitig tritt leichte Lichtscheu und Reizung des Auges, evtl. geringe ziliare Injektion auf.

Die einzelnen Stadien der Erkrankung werden von Graves als zusammengehörig aufgefaßt, wenn auch direkte Übergänge von der einen zur anderen Form nicht beobachtet werden konnten. Die Endothelveränderungen bilden sich nicht zurück, die Epithelveränderungen zeigen dagegen erhebliche Remissionen. Die Sehstörungen sind meist gering, führen aber doch den Patienten zum Augenarzt. Das Auge ist im übrigen normal. Gr. nimmt hyaline Ver-

dickungen des senil entarteten Endothels an, die einen Schutz gegen das eindringende Kammerwasser gewähren sollen.

Die genaue Kenntnis dieses Krankheitsbildes ist außerordentlich wichtig, da es zu Verwechslungen mit pathologischen Beschlägen auf der Descemet Veranlassung geben kann. Namentlich bei begründetem Verdacht auf beginnende sympathische Ophthalmie kann diese Unterscheidung von größter Bedeutung werden. Vor Verwechslung schützt auch die genaue Untersuchung des Kammerwassers, das bei der geschilderten Endothelalteration normal ist.

23 Schwer einzureihen ist auch die Stählische oberflächliche Pigmentlinie. Sie findet sich als belangloser Nebenbefund an sonst völlig normalen Augen etwa jenseits des 20. Lebensjahres so häufig, so daß man ihr keine klinische Bedeutung zuerkennen kann. Es handelt sich um eine horizontale, gelblich bräunliche, an der Grenze des mittleren und unteren Drittels der Hornhaut verlaufende Linie. Verzweigungen kommen vor. Das Pigment liegt anscheinend in den tiefsten Epithelschichten. Auf Grund anatomischer Befunde lassen sich Beziehungen zu Rissen der Bowmanschen Membran vermuten (Grüninger). Manche Pigmentlinien dieser Art weisen auch weißliche Partien auf. Die Herkunft des Pigments ist unklar. Nach der Hypothese Stählis soll es hämatogen sein und aus der Tränenflüssigkeit in das Epithel gelangen. Für die Ablagerung des Pigments an der charakteristischen Stelle wird der Lidschlag verantwortlich gemacht. Durch stets wiederholte, wenn auch nur geringgradige und kurzdauernde Faltenbildung der oberflächlichen Schichten soll es allmählich zu einer bleibenden Schädigung der Bowmanschen Membran kommen, die in ursächlichem Zusammenhang mit der Pigmentation zu stehen scheint. Die Linie ist nur bei sehr hellem und möglichst rein weißem Licht zu sehen. Übervoltung der Nitralampe oder auch der Bogenlampe läßt sie deutlicher hervortreten. Wie bei allen lichtschwachen Objekten ist eine schwache Vergrößerung (10fach) vorzuziehen. Ähnliche Pigmentationen findet man stets bei alten Hornhautnarben und beim Keratokonus.

24 Als rein senile Veränderungen sind auch Pigmentablagerungen an der Hornhautrückfläche aufzufassen. Sie können schon in relativ frühem Alter, im 30—40. Lebensjahr auftreten und finden sich in späteren Jahren immer häufiger. Nach Möschler sollen sie jenseits des 80. Lebensjahres einen regelmäßigen Befund darstellen. Das Pigment ist körnig und stammt aus den Epithelschichten der Iris und des Ziliarkörpers. Die Prädilektionsstelle ist das Gebiet der Ehrlich-Türkschen Linie und das von pathologischen Beschlägen bekannte Dreieck im unteren Hornhautdrittel. Das Hornhautgewebe wird durch sie nicht beeinflußt; auch die Endothelien erscheinen an der Spaltlampe unverändert.

Eine nicht sehr häufige bilaterale senile Veränderung ist die Rand- 27
degeneration (Furchenkeratitis Schmidt-Rimpler). Sie beginnt mit einer Trübung, die einem besonders ausgedehnten Arcus lipoides entspricht. Sie setzt sich aus feinsten, weiß gelblichen Punkten zusammen. In den tiefsten Schichten ist die Trübung meist besonders dicht. Gleichzeitig kommt es zu einer peripheren Vaskularisation. Die einzelnen Gefäßstämmchen gehen stellenweise etwas über das Trübungsgebiet hinaus. Geht der Prozeß weiter, so kommt es zu einer Zunahme der Trübung und zur Verdünnung der Hornhaut, die beim Arcus lipoides nie vorkommt. Befallen sind der obere und etwas seltener der untere Hornhautrand. Die Verdünnung hat anfangs die Form einer Rinne. Unter dem Einfluß des inneren Augendruckes kommt es allmählich zu einer partiellen Ektasie mit oft hochgradigem Astigmatismus inversus.

Verletzungen.

Die Erosio corneae an der Spaltlampe zu untersuchen, hat nicht nur theoretisches Interesse. Abgesehen davon, daß selbst kleinste Epitheldefekte leicht aufzufinden sind, gibt uns das Aussehen der näheren und weiteren Umgebung der verletzten Stelle wichtige Anhaltspunkte für die Beurteilung des zu erwartenden Heilverlaufes.

Das gleiche gilt von Hornhautfremdkörpern, deren Tiefenlage 28
genau zu beurteilen ist. Tiefsitzende Fremdkörper können bei 10facher Vergrößerung an der Spaltlampe sehr schonend entfernt werden. Die zurückbleibende Veränderung entspricht der einfachen Erosio corneae, nur geht die Schädigung oft tiefer in die Substantia propria hinein. Differentialdiagnostisch kommt bei einer kleinen oberflächlichen Erosion in den seltenen Fällen, bei denen eine Anamnese fehlt, der beginnende Herpes corneae in Betracht. Die gruppenförmige Anordnung und das oft stärkere Hervortreten der Nervenfasern beim Herpes ermöglicht eine sichere Unterscheidung.

In frischen Fällen von Erosio sieht man die zerfetzten Ränder des Epitheldefektes. Das Epithel der Umgebung ist gequollen und leicht getrübt. Diese Trübung geht stets etwas über die verletzte Stelle hinaus. Kommt es durch Infektion zu einer entzündlichen Reizung, so entsteht zunächst ein entzündliches Epithelödem. Im durchfallenden Licht erkennt man leicht verschieden große Wasserbläschen. Sie sind je nach der Schwere der Reizung größer oder kleiner und reichen eventuell bis zum Limbus. Die Substantia propria beteiligt sich zunächst mit einem stärkeren Hervortreten der Strukturzeichnung der oberflächlichen Schichten in nächster Umgebung des Defektes. Unter Über- 29
springen der mittleren Schichten trüben sich später die tieferen Hornhautlagen gegenüber der verletzten Stelle, erst bei weiterem Fortschreiten der Entzündung

kommt es auch zur Trübung der mittleren Schichten. Durch weitere Ansammlung von exsudativem Material kann sich daraus ein echtes Infiltrat, ein Ulcus corneae, eventuell seine bösartigste Form, das Pneumokokkenulcus, entwickeln. Die Membrana Descemeti und das Endothel beteiligen sich früh an den entzündlichen Veränderungen. Descemetfalten fehlen in keinem Fall. Sie reichen weit über das verletzte Gebiet hinaus, verbreiten sich aber nicht so frühzeitig über die ganze Hornhaut wie das Epithelödem, sondern folgen ebenso wie das Endothelödem erst später nach. Auffallend ist die oft hochgradige Verdickung der Hornhaut, die als regelmäßiges Symptom der Entzündung der Hornhaut hinzukommt. Dieses Symptom findet sich bei vielen Keratitiden und ist nur an der Spaltlampe, am besten im schmalen Büschel zu sehen.

Die Kenntnis dieser einzelnen Stadien der Entzündung hat für die klinische Beurteilung von Hornhautverletzungen große Bedeutung. Der geschilderte Ablauf der Entzündung ist in vielen Fällen durchaus typisch. Frühzeitige, stärkere Trübung der mittleren Partien gibt Anlaß, an die Entstehung einer besonderen Form der Hornhautentzündung zu denken, nämlich der Keratitis disciformis. Die Ursache dieser Erkrankungsform ist eine verschiedene. In vielen Fällen ist anamnestisch wie an der Spaltlampe der Ausgang von einer geringgradigen Verletzung nachzuweisen. Als Ursache kommt weiter der Herpes in Frage. Das Charakteristische der Keratitis disciformis ist die Trübung und Dickenzunahme der mittleren Hornhautschichten. Es entsteht eine Trübungsscheibe, die meist ziemlich konzentrisch zur Hornhautmitte liegt und den Limbus nicht vollständig erreicht. Durch die Dickenzunahme kommt es zu einer beträchtlichen Vorwölbung der Hornhaut gegen die vordere Kammer. Epithel und vordere Hornhautschichten sind meist wenig verändert. Konzentrisch zum Rand der Trübung verlaufen Descemetfalten, die zu einem charakteristischen, etwas hinter dem Niveau der Descemet liegenden Ringreflex Veranlassung geben (Vogt).

Die Frage, ob es bei einer Verletzung zur Perforation der Hornhaut gekommen ist oder nicht, kann bei geringer Ausdehnung der verletzten Stelle oft schwierig, wenn nicht unmöglich werden. Mit der Spaltlampe ist m. E. in jedem Fall die Diagnose sicherzustellen. Das gilt nicht nur von frischen Verletzungen, sondern auch von alten Narben, deren Beurteilung allerdings oft etwas schwieriger ist. Zunächst ist die Tiefe, bis zu welcher die Verletzung gedrungen ist, im schmalen Büschel exakt zu beurteilen. Charakteristische Veränderungen der Descemet kommen weiter zu Hilfe. Ist sie durchtrennt, so entstehen typische, feinste Falten, die im allgemeinen radiär zur durchtrennten Stelle verlaufen. Diese Falten bleiben auch nach der Ausheilung bestehen und geben uns die Möglichkeit, noch nach Jahren die Perforation

sicher zu erkennen. Durch den elastischen Zug der Descemet kommt es erst zu einem, je nach Ausdehnung der Verletzung verschieden großen Klaffen der Rißränder. Im Spiegelbezirk fehlt hier der Endothelspiegel. Ein solcher Defekt im Spiegelbezirk kann auch durch Abhebung der Descemet (ohne Durchtrennung) zustande kommen. Die Form des Defektes bei Verletzungen weist aber meist mehr oder weniger gradlinige Begrenzung auf, entsprechend der Form des verletzenden Gegenstandes. Die Ursache für Lageveränderungen der Descemet, die differentialdiagnostisch in Frage kommen, sind lokale Ödeme der Hornhaut. Sie bedingen mehr oder weniger rundliche Prominenzen gegen die vordere Kammer. Der Spiegelbezirk zeigt daher kreisförmige Defekte oder Figuren, die durch Konfluenz mehrerer Kreise entstanden sind. Ringreflexe, ähnlich denen bei Keratitis disciformis, nur von wesentlich kleinerem Durchmesser, kommen auch hierbei gelegentlich vor. Falten der Bowman sind seltener und weniger deutlich zu erkennen. Die Beurteilung des Kammerinhaltes kommt unterstützend für die Diagnosenstellung hinzu.

Nach Contusio bulbi treten Pigmentbeschläge an der Hornhautrückfläche auf. Sie sind noch lange Zeit nach der Verletzung nachweisbar. Bei zirkumskripten Kontusionsverletzungen, wie sie z. B. durch feine Metall- oder Steinteilchen entstehen können, hat Vogt ringförmige Trübungen nachgewiesen. Sie können in den mittleren und tiefsten Hornhautschichten liegen und werden von Vogt auf die lokale Einknickung der Hornhaut zurückgeführt. In der Mitte der Trübung ist manchmal der oberflächlich gelagerte Fremdkörper zu finden. Die Trübung besteht meist nur kurze Zeit und nach wenigen Tagen ist sie restlos verschwunden.

Die Keratitis striata, deren anatomisches Substrat seit langem bekannt ist, ist ebenfalls eine Verletzungsfolge. Bulbus eröffnende Operationne oder ausgedehnte traumatische Eröffnung der vorderen Kammer liegen ihr zugrunde. Die Descemetfalten sind an der Spaltlampe leicht zu sehen, sie verlaufen im allgemeinen senkrecht zur Hornhaut bzw. Limbuswunde.

Die Durchblutung der Hornhaut beginnt nach Koeppe in den 32
Saftlücken. Erst später kommt es zu einer Beteiligung der Lamellen selbst. In zwei selbst beobachteten Fällen traten lokale multiple Durchblutungen der Hornhaut bei schweren Hornhautulzera mit Gefäßneubildungen auf, ohne daß ein Trauma vorausgegangen war. Beide Patienten waren über 50 Jahre alt. Eine ähnliche Beobachtung ist von Koby mitgeteilt worden.

Die Siderosis der Hornhaut ist nicht in allen Fällen von Siderosis bulbi ausgesprochen. Die Lage des Eisensplitters spielt hierbei eine ausschlaggebende Rolle. Die Gelbfärbung der Substantia propria ist bei direkter fokaler Beleuchtung und schwacher Vergrößerung gut erkennbar. Sie pflegt

am Rande der Hornhaut ausgesprochener zu sein als in ihrer Mitte. In ausgesprochenen Fällen ist eine besonders reichliche Anhäufung des Farbstoffes an den fixen Hornhautkörperchen und ihren Ausläufern anzunehmen, da die an der Spaltlampe bei stärkerer Vergrößerung sichtbare Strukturzeichnung stark verdeutlicht und von leuchtend gelber Farbe ist (Koeppe u. a.). Die Verfärbung erscheint nicht diffus, so daß die Annahme einer nur schwachen oder sogar vollständig fehlenden Färbung der Lamellen selbst wohl richtig ist. Die anatomischen Befunde (Hertel u. a.) sprechen in gleichem Sinne.

Eine Verkupferung der Hornhaut ist in einzelnen Fällen bei Anwesenheit von Kupfer im inneren Auge beobachtet worden (Jeß u. a.). Sie beginnt am Limbus, meist oben und unten, die seitlichen Randpartien sind seltener beteiligt. Nur ausnahmsweise entsteht daher ein geschlossener Ring. Die dunkelbräunlich bis grünliche Verfärbung kommt durch Ablagerung von basischem Kupferkarbonat zustande, das sich fast ausschließlich an die Descemet bindet.

34, 35 Auf eine medikamentös erzeugte Verkupferung der Hornhaut hat zuerst Maschler 1923, später Sallmann (1925) hingewiesen. Es handelt sich um Patienten, namentlich Trachomkranke, die längere Zeit mit Cuprum sulfuricum behandelt wurden. Bei 50% solcher Patienten konnte S. eine Verkupferung der tiefsten Hornhautschichten, namentlich am Limbus, selten in den mittleren Teilen feststellen. Das Bild gleicht dem der Chalkosis corneae nach Verletzungen. Nennenswerte Sehstörungen wurden nicht beobachtet. Ein Aufgeben der wertvollen Kupfertherapie ist daher nicht indiziert, zumal die Kupferablagerung wieder zurückgeht. Andere Teile des Auges sind nicht beteiligt.

Wie auch eine eigene Beobachtung erkennen ließ, sind Fälle ohne stärkere Hornhauterkrankung besonders bevorzugt. Es handelte sich um einen 40jährigen Patienten mit abgeheiltem Trachom. Rechts bestand ein alter Pannus, links waren dagegen weder Gefäße noch Trübungen in der Hornhaut nachweisbar. Die Verkupferung bestand nur links, in Form dreier spindelförmiger Herde in der intermediären Zone. Der obere und untere Limbus waren ebenfalls pigmentiert. Im Spiegelbezirk war die Zugehörigkeit des Pigmentes zum Endothel ziemlich sicher nachweisbar. Einzelne, in Gruppen liegende, von Pigment freie Endothelzellen gaben einen deutlichen Reflex, während die befallenen Zellen als braune, matte Punkte erschienen. Eine Erkrankung des inneren Auges war nicht nachzuweisen, die Sehschärfe bei freier Pupillenmitte normal.

36 Silberablagerungen in der Hornhaut als gewerbliche Schädigung wurde bisher in zwei Fällen (Subal, Steindorff) beschrieben. Übereinstimmend wurde eine Beschäftigung mit Silber über 50 Jahre angegeben, bei der es zu einer ausgiebigen Einwirkung von Silberstaub auf die Konjunktiva gekommen war. Außer einer Argyrose der Bindehaut, besonders stark im inneren Augenwinkel, bestand eine gleichmäßig verteilte, aus feinsten Punkten bestehende Trübung der tiefsten Hornhautschicht beiderseits. Bei direkter Be-

leuchtung erschien sie leuchtend weißgelb, im durchfallenden Licht zeigte der zweite (auch vom Verf. untersuchte Fall Steindorffs) ein Bild ähnlich einem stark entwickelten Endothelödem. Subals Patient gab normale Sehschärfe an, während das Sehen der anderen Kranken stark herabgesetzt war. Bemerkenswert ist die Lage der Trübung, die in beiden Fällen als Argyrose gedeutet wurde. Das Silber liegt nämlich vollkommen gleichmäßig verteilt nur in der tiefsten Hornhautschicht. Im zweiten Falle war die Annahme einer isolierten Ablagerung in der Descemet nach dem Spaltlampenbilde durchaus berechtigt. Der Spiegelbezirk des Endothels erschien vollkommen normal. Die Abgrenzung der Trübung gegen die Substantia propria war absolut scharf. Es handelt sich also nicht um eine Silberablagerung an der Oberfläche der Hornhaut, sondern um eine gleichmäßige Verteilung in der Descemet, wohin es nur nach chemischer Auflösung mit dem Saftstrom der Hornhaut gelangt sein kann.

Interessant ist eine Mitteilung Aschers, nach der die gleiche Veränderung bei einem jungen Mädchen im Anschluß an intravenöse Silbersalvarsaninjektionen, also hämatogen, auftrat.

Tumoren.

Dermoide am Limbus sind von einer trüben Randzone in der Hornhaut begleitet. Das Spaltlampenbild hat große Ähnlichkeit mit dem Arcus lipoides. Anatomisch handelt es sich nach Bachstetz u. a. um eine, dem Arcus lipoides entsprechende Lipoidinfiltration der Substantia propria.

Bei Melanosarkomen am Limbus erkennt man an der Spaltlampe sehr früh das Übergreifen auf die Hornhaut. Es besteht in Anhäufung von Pigmentzellen in Form dichtbeieinanderliegender Nester in der Substantia propria (eigene Beobachtungen). 8, 9

Allgemeines über die Entzündungen der Hornhaut.

Auf jeden entzündungserregenden Reiz antwortet die Hornhaut mit bestimmten Veränderungen, die je nach der Ursache der Entzündung sehr verschiedenartig ausfallen können. Es läßt sich aber eine allen Entzündungen gemeinsame Gruppe von pathologischen Veränderungen zwanglos zusammenstellen. Die anatomische Struktur der Hornhaut und die an sie gebundenen Flüssigkeitswege geben uns hierfür die Erklärung. Bei den Verletzungen mußte schon kurz darauf eingegangen werden. Es erscheint aber eine genauere Besprechung notwendig, schon mit Rücksicht auf die Besonderheiten der optischen Erscheinungen, die sie bewirken, und auf Einzelheiten der zu ihrem Studium notwendigen Untersuchungsmethodik.

In erster Linie ist das entzündliche Ödem zu nennen. Die Grund-

lage ist im Beginn eine erhöhte Flüssigkeitsbindung in einzelnen Gewebsschichten; sehr bald kommt eine Ablagerung von Eiweiß und Zellen hinzu. Die notwendige Folge ist eine Dickenzunahme der Hornhaut. Diese ist im direkten, verschmälerten Büschel leicht und sicher festzustellen. Man ist immer wieder erstaunt, bis zu welchem Grade die Hornhaut lokal oder auch in ganzer Ausdehnung verdickt sein kann. Sowohl die Vorder- wie Hinterfläche der Hornhaut kann dabei eine Lageveränderung erfahren. Besonders häufig ist eine Vorbuchtung ihrer Hinterfläche gegen die vordere Kammer. Das Schulbeispiel ist die Keratitis disciformis.

Eine deutliche Dickenzunahme der Hornhaut ist immer erst bei stärkerer Entzündung ausgesprochen vorhanden. Ein Frühsymptom ist dagegen das Ödem des Epithels und Endothels.

37 Das Ödem des Epithels (Betauung Vogts) besteht in einer Bläschenbildung innerhalb der Epithelschichten. Die Größe der Bläschen ist abhängig vom Grade der Entzündung. In jedem Falle sind sie wesentlich größer als bei dem physiologischen Epithelödem des Hornhautrandes. Sie haben daher auch eine starke optische Wirkung. Während die normale Hornhaut im durchfallenden Licht vollkommen durchsichtig ist, veranlaßt das Epithelödem eine starke, unregelmäßige Lichtbrechung. Für die Untersuchung des Epithelödems kommt daher in erster Linie das durchfallende Licht in Betracht. Fokussiert man das Lichtbüschel auf eine Irispartie und stellt davor das Mikroskop auf die Hornhautoberfläche ein, so entsteht eine charakteristische Verzerrung des Bildes. Das ist besonders deutlich an den Randpartien der sekundär belichteten Hornhautpartie. Eine genaue zeichnerische Wiedergabe dieser Erscheinung ist technisch unmöglich. Dem Bilde am nächsten kommt der Vergleich mit einer stark betauten Glasplatte, die man vor einem hellen Gegenstand betrachtet. (Die Bezeichnung „Betauung“ ist offenbar durch diesen Vergleich veranlaßt. Die anatomischen Verhältnisse waren dadurch aber nicht wiedergegeben. Es ist daher im folgenden stets der Ausdruck „Ödem“ beibehalten worden.)

39, 40 Größere Blasen, entstanden durch Abheben des Epithels in größerer Ausdehnung, sind seltener und keineswegs eine regelmäßige Begleiterscheinung jeder stärkeren Entzündung.

38 Das Ödem des Endothels sieht im durchfallenden Licht dem Epithelödem sehr ähnlich. Die Veränderungen sind aber stets wesentlich feiner als an der Oberfläche der Hornhaut. Die Beobachtung im Spiegelbezirk kommt hier als wichtige Untersuchungsmethode hinzu. Beginnende Ödeme des Endothels sind nur im Spiegelbezirk erkennbar. Lokale Abhebungen des Endothels erscheinen als rundliche oder konfluierte Defekte im Spiegelbezirk. Die Endothelzeichnung ist im Bereich des Ödems durch Quellung der einzelnen Zellen

stark verschwommen. Lokalisierte Endothelödeme kommen besonders oft bei Präzipitaten an der hinteren Hornhautfläche vor und sind somit bei der außerordentlichen Feinheit der Beobachtung im Spiegelbezirk ein wichtiges Frühsymptom für die Iridozyklitis.

Endothel- und Epithelödem sind bei starker Entzündung der Hornhaut stets gleichzeitig vorhanden. Ihre Unterscheidung bereitet oft Schwierigkeiten. Ein isoliertes Endothelödem ist im Spiegelbezirk sicher nachweisbar. Stärkeres 41
Epithelödem macht aber diese Beobachtung schwierig oder sogar unmöglich. Die Unterscheidung ist aber im durchfallenden Licht möglich durch die verschiedene Tiefeneinstellung der Mikroskopes bei stärkerer Vergrößerung.

Die strukturlosen Membranen beteiligen sich am Ödem der Hornhaut durch Faltenbildung. Sehr selten sind bei der Entzündung Falten der 42
Bowman. Sie sind eine regelmäßige Begleiterscheinung größerer Hornhautperforationen und Vernarbungen mit starker Deformation der Hornhaut. 43
Dagegen fehlen Descemetfalten bei der Entzündung der Hornhaut nie. Selbst feinste Endothelödeme bei beginnender Zyklitis sind sehr häufig schon von zarten Descemetfalten begleitet. Die charakteristischen, optischen Erscheinungen, die sie hervorrufen, sind von Vogt eingehend untersucht worden. Im direkten Licht erscheinen sie als gestreckte dunkle Linien, die fast regelmäßig vor parallel zu beiden Seiten verlaufenden charakteristischen Reflexstreifen begleitet sind. An den Enden der Falten konvergieren diese Streifen und laufen oft zu einen Punkt zusammen. Die Lage der Reflexstreifen ist abhängig vom Einfallswinkel des Lichtes und der Richtung der Mikroskopachse. Im durchfallenden Licht treten die Falten als feine dunkle Linien hervor. Eine Verwechslung mit obliterierten Blutgefäßen, Nervenfasern oder dergleichen ist durch die charakteristischen Reflexstreifen im direkten Licht sicher zu vermeiden. Die seltenen Bowmanfalten und die später zu erörternden Falten der Linsenkapsel rufen übrigens die gleichen optischen Er- 44
scheinungen hervor.

Die Trübungen der Hornhautschichten sind bei den einzelnen Entzündungsformen verschieden. Ihre Tiefenlage ist im schmalen Büschel bei nicht zu stark störendem Oberflächenödem genau zu bestimmen. Über das Aussehen der einzelnen Trübungsherde im optischen Schnitt läßt sich nur wenig klinisch sicher Verwertbares aussagen. Man hat gelegentlich den Eindruck, daß bei manchen Formen im Beginn eine Verdeutlichung der Strukturzeichnung der Substantia propria vorliegt, während in anderen Fällen die Trübung von vornherein ein mehr diffuses Aussehen hat. Letzteres ist z. B. bei der beginnenden interstitiellen Keratitis oft deutlich zu erkennen. Daß in Fällen der ersten Art nur die fixen Hornhautzellen und ihre Ausläufer oder das Saft-

lückensystem beteiligt sei, unter Verschonung der Lamellen, während bei den anderen eine primäre Mitbeteiligung der Hornhautlamellen vorliegt, ist ein naheliegender Schluß, der aber nicht ohne weiteres erlaubt ist.

Einer großen Gruppe von Entzündungen der Hornhaut sind die Gefäßneubildungen gemeinsam. Im direkten Licht geben die Gefäße einen grauweißen Oberflächenreflex. Infolgedessen tritt nur bei größeren Gefäßstämmen die rote Farbe deutlich hervor, während kleinere Gefäße nur schwach rot oder weißlichgrau erscheinen. Im direkten Licht sind daher Verwechslungen mit Nerven usw. möglich. Im durchfallenden Licht dagegen sieht man schon bei schwacher Vergrößerung den Blutkreislauf. Man erkennt in den größeren, namentlich venösen Gefäßen die körnige Strömung, während kleine, arterielle Gefäßchen nicht selten eine vielfach unterbrochene Blutsäule enthalten. Das Auffinden der Gefäße ist im durchfallenden Licht stets leichter als im direkten.

Zur Feststellung der Tiefenlage ist das schmale Büschel unentbehrlich; die Unterscheidung in tiefe und oberflächliche Gefäße ist so sicher möglich. Auch die in den tiefsten Schichten liegenden Gefäße können Verzweigungen haben. Oberflächliche, namentlich die sogenannten episkleralen Gefäße können bis in die tiefen Schichten vordringen. Große oberflächliche Gefäße wölben gelegentlich das Epithel vor. In den tieferen, derberen Schichten folgen die Gefäße dem anatomischen Bau der Hornhaut. Namentlich bei alter Keratitis interstitialis verlaufen die tiefen Gefäße entsprechend den Hornhautlamellen, sowie diese durch Luftinjektion darstellbar sind, sich oft unter fast rechtem Winkel überkreuzend. In den oberen Schichten ist die Verlaufsrichtung dagegen wechselnd, im allgemeinen radiär. Graves glaubt gefunden zu haben, daß bei Keratitis interstitialis die neugebildeten Gefäße der oberen und mittleren Schichten dem Nervenfaserverlauf folgen.

Eingehende Beobachtungen über das Vordringen der Gefäßkapillaren in den Hornhautrand und die Anastomosenbildung verdanken wir Kreiker. Er konnte die Angaben Vogts und Koeppes bestätigen, daß niemals solide, blutleere Endothelsprossen zu finden sind. Der Typ der Gefäßneubildung ist die Kapillarschlinge. Jede vordringende Kapillare hat einen dünnen, arteriellen und einen dickeren, venösen Schenkel. Der Kopf der Schlinge schiebt vor, in den tieferen strafferen Schichten lang ausgezogen, mit dicht nebeneinander liegenden Schenkeln; in den oberflächlichen lockeren Schichten dagegen verlaufen die beiden Schenkel weit voneinander getrennt, die Spitze ist breit. Bei Vordringen in Schichten anderer Tiefenlage kann der Typus wechseln.

Die Geschwindigkeit, mit der die Gefäße vordringen, hängt ab von der Stärke der Entzündung und der Tiefenlage. Ein Drittel der Hornhautoberfläche kann bei trachomatösem Pannus innerhalb 24 Stunden vaskularisiert sein. In den tieferen Schichten beträgt das durchschnittliche Wachstum 300—500 im Tage, verlauft also erheblich langsamer.

Die Anastomosenbildung geht nach Kreiker auf verschiedene Weise vor sich. In manchen Fällen wachsen zwei Gefäßschlingen, anscheinend einander aktiv suchend, aufeinander zu. An der Berührungsstelle verschwinden die Gefäßwände, „Schlingentyp". Der

andere Typ ist die seitliche Vereinigung zwischen zwei Gefäßstämmchen, die sowohl der gleichen Art als auch verschiedener Art sein können. Die Stromrichtung des Blutes kann nach Herstellung der Anastomose wechseln. Sie wird anscheinend durch die lokal herrschenden hydrostatischen Verhältnisse reguliert. Gefäßschlingen, die sich aus entgegengesetzten Richtungen kommend im Zentrum der Hornhaut vereinigen, bleiben zeitlebens bestehen.

Klinisch bedeutsam sind Beobachtungen Koeppes, die durch vielfache eigene Feststellungen bestätigt werden können. Tritt im Verlauf schwerer intraokularer Entzündung, z. B. Iridozyklitis nach Verletzungen, eine tiefe Vaskularisation auf, ohne daß hierfür in der Hornhaut selbst eine Ursache zu finden ist, so tritt Phthisis bulbi ein. Man wird dieses Zeichen bei der Frage nach der Notwendigkeit einer Enukleation gut verwerten können.

Obliterierte und rückgebildete Gefäße erscheinen im 50
direkten Licht grauweiß. Im durchfallenden Licht sieht man sehr häufig noch 51
eine geschlossene oder unterbrochene Blutsäule. Durch Massage oder Dioninein-
träufelung kann man eine stärkere Blutfüllung hervorrufen und so eine Ver-
wechslung vermeiden. Ziehen die Gefäße durch alte Trübungsherde hindurch, so sind sie von einem dunkleren Resorptionshof umgeben.

Eine fast regelmäßige Begleiterscheinung der Hornhautentzündung ist die Verdeutlichung der Nervenfaserzeichnung, als Ausdruck für eine Neuritis und Perineuritis. Sie ist bei manchen Erkrankungsformen, z. B. dem Herpes corneae, besonders deutlich und kann nach Aufhören der Entzündung im geringeren Grade fortbestehen.

Besondere Erkrankungsformen der Hornhaut.

Eine Miterkrankung des Hornhautepithels bei chronischer und akuter Konjunktivitis ist bei Untersuchung an der Spaltlampe sehr viel häufiger festzustellen, als man nach unserer bisherigen Anschauung erwarten sollte. Sie kann sogar im Vordergrund der Erkrankung stehen und anscheinend auch isoliert vorkommen. Sie gibt uns eine Erklärung für die oft geklagten Sehstörungen und die geringgradige ziliare Injektion. Im direkten Licht sieht man fleckförmige, meist über die ganze Hornhaut verteilte, verschieden große, weißliche Trübungs- und Quellungsherdchen. Die übrigen Schichten der Hornhaut sind normal. Im durchfallenden Licht sind die Herde meist unsichtbar. Die Keratitis epithelialis punctata (Koeppe) und guttata (Kraupa) dürften ebenfalls hierhin gehören. Das Auftreten katarrhalischer Randulzera ist frühzeitig zu erkennen. Die all- 45
gemeinen Entzündungserscheinungen, namentlich Falten der Descemet, sind dabei stark ausgeprägt.

Frische ekzematöse Hornhautinfiltrate bieten an der Spaltlampe wenig Besonderes, zudem erschwert die starke Lichtscheu die Untersu-

chung. Makulae sind aber sehr viel genauer zu studieren und hinsichtlich ihrer Tiefenlage und Entstehungsursache zu klären. Die Untersuchung im schmalen Büschel ist hier ebenfalls sehr wichtig. Alte oberflächliche Narben jeder Herkunft pflegen sich oft zu pigmentieren, in einer Form, die von der Stähli schen Pigmentlinie her bekannt ist. Ihr Entstehungsmodus dürfte ebenfalls der gleiche sein. Derbe Narbeneinziehungen führen zu Bowmanfalten. Eine wirkliche Verdünnung der Hornhaut nach ekzematösem Ulcus gehört zu den Seltenheiten.

46 Bei der Keratitis dendritica ist die Frühdiagnose von klinischer Bedeutung. Die Abrasio corneae hat nur im Beginn der Erkrankung vollen Erfolg. In frischen Fällen sieht man nur Bläschen in typischer An-
47 ordnung. Bei genauem Absuchen der Hornhaut im durchfallenden Licht mit schwacher Vergrößerung ist eine Fehldiagnose leicht zu vermeiden. Häufiger sind kleine Epitheldefekte, die Fluoreszeinfärbung annehmen. Abschabung kleiner Herde erfolgt am besten an der Spaltlampe. Die Verdikkung der Nerven wurde schon erwähnt, ebenso die Möglichkeit des Überganges in Keratitis disciformis. Der Grad der allgemeinentzündlichen Erscheinung läßt sich für die Prognose eines Herpesfalles gut verwenden.

48 Öfter rezidivierender Herpes corneae hinterläßt typische Narben. Sie bestehen in rundlichen, dicht unter dem Epithel liegenden, weißlichen Herden von geringer Tiefenausdehnung. Besonders charakteristisch ist die fleckenförmige Verteilung.

Als Herpes der Hornhauthinterfläche hat Schnyder drei Fälle beschrieben. Er fand bläschenartige Vorwölbungen des Endothels in die vordere Kammer, gleichzeitig mit rezidivierendem Herpes labialis. Schnyder nahm eine ätiologische Zusammengehörigkeit der Prozesse an. Ähnliche Beobachtungen konnte Knüsel in vier sonst normalen Fällen machen. Sie waren doppelseitig erkrankt, die Augen sonst reizlos. Knüsel konnte sich trotz der Ähnlichkeit des klinischen Bildes mit den von Schnyder beschriebenen Beobachtungen nicht zur Annahme eines Herpes entschließen.

39 Die Keratitis bullosa ist kein einheitliches Krankheitsbild. Von den Fällen ohne Drucksteigerung scheinen manche zum Herpes zu gehören,
40 andere begleiten die Dystrophia epithelialis (Fuchs). Die Bläschen sind im verschmälerten Büschel gut zu erkennen, ihre Vorder- und Rückfläche, ebenso wie ihr Inhalt deutlich abzugrenzen. Optisch wichtig ist die Tatsache, daß wie von anderen oberflächlichen Herden auch von solchen Bläschen ein Schlagschatten durch die Hornhaut hindurchgeht, der gelegentlich ein Abbild der oberflächlichen Veränderungen auf der Hornhautrückfläche er-

zeugen kann. Fehldiagnosen hierdurch sind häufig vorgekommen. Kleine, rundliche Blasen haben einen scharfen Reflex sowohl an ihrer Vorder- wie an ihrer Hinterfläche.

Bei Akne rosacea der Hornhaut beobachtet man eine besonders 54
starke Gefäßentwicklung. Die Infiltrate haben eine etwas gelblichrote Farbe 55
und längliche oder bogenförmige Gestalt. Der eigentlichen Infiltratbildung geht meist eine öfter rezidivierende, fein verteilte, fleckige Epithelerkrankung voraus. Das Bild ähnelt der Keratitis punctata. Echte Epithelblasen verschiedener Größe kommen vor. Der Reizzustand ist oft sehr erheblich. Eine vollständige Rückbildung der Epithelerscheinungen ist häufig.

Die Keratitis interstitialis ist im Frühstadium an der Spaltlampe meist sicher zu diagnostizieren. Das stürmische Auftreten der diffus entzündlichen Erscheinungen ist besonders auffällig. Schon früh ist ein starkes Epithelödem entwickelt und die Dicke der gesamten Hornhaut beträchtlich vermehrt. Hinzu kommen reichliche und ausgedehnte Descemetfalten. Zellige Beschläge an der Hinterfläche der Hornhaut können anfangs fehlen. Die ersten Trübungen sind wolkenartig und ziemlich diffus. Eine eigentliche Verdeutlichung der Strukturzeichnung, wie sie als fast regelmäßige Erscheinung bei beginnender Infiltration sonstiger Ätiologie festzustellen ist, fehlt im allgemeinen. Gefäße können in diesem Stadium noch vollkommen fehlen. Nach Vogt können diese Erscheinungen lange Zeit, ja mehrere Wochen der ziliaren Injektion vorangehen. Die weitere Ausbreitung der Trübungen erfolgt in einer meist konzentrisch zur Hornhautoberfläche gelegenen Schicht.

Die Reste einer abgeheilten interstitiellen Keratitis sind 50
ziemlich charakteristisch. Bei Untersuchung im durchfallenden Licht wird die Massenhaftigkeit der Gefäßreste besonders auffällig. Im direkten Licht entgehen die feinsten Gefäßreste oft der Beobachtung. Eine Verwechslung der feinen, weißen Fädchen mit Nerven ist leicht möglich. Eine vollkommene Obliteration ist auffallenderweise sehr selten. Es gelingt meist durch Massage usw., auch in den feinsten Gefäßen eine Zirkulation nachzuweisen. In den größeren, namentlich den venösen Stämmen findet man eine kontinuierliche Blutsäule, in den kleinen dagegen ist sie unterbrochen und wird in unregelmäßigen Rhythmen fortbewegt. Nicht selten kann man sogar einzelne Blutkörperchen durch ein sonst leer erscheinendes Gefäß hindurch schießen sehen. Die Verlaufsrichtung der Gefäße in den tiefsten Hornhautschichten entspricht der der Lamellen, ist also ziemlich gestreckt und gradlinig. Schon bei geringem Tiefenunterschied ist die Richtung wesentlich anders, so daß sich die Gefäße unter großem Winkel überkreuzen.

Die meisten Trübungsreste liegen in den tiefsten Schichten. Sie

haben im auffallenden Licht einen asbestartigen Glanz. Durchziehende Gefäße sind von einem im Kontrast zu den hellaufleuchtenden Trübungen dunkel
51 erscheinenden Resorptionshof umgeben. Sekundäre Veränderungen durch kristallinische Einlagerungen sind häufig. Die Ausheilung mit dichten oder gar sehnigen Trübungen bedarf keiner weiteren Besprechung.

Eine weitere Folge der Keratitis interstitialis ist die Verdünnung der Hornhaut. Die Spaltlampe hat uns gelehrt, daß sie regelmäßig nach dieser Erkrankung vorkommt mit Ausnahme der ganz leicht verlaufenden Fälle. Die Verdünnung ist selten lokalisiert, betrifft vielmehr meist die ganze Hornhaut und kann beträchtliche Grade annehmen.

Eine sehr seltene Folge der interstitiellen Keratitis ist die Glasleistenbildung an der Hornhautrückfläche (Stähli, Kraupa u. a.). Die Genese dieser Bildungen ist noch unklar. Wahrscheinlich handelt es sich um Falten der Descemet, die zu Wucherung des Endothels Veranlassung geben. Das Aussehen ist von Stähli treffend mit Kanadabalsamfäden verglichen worden, die auf die Hinterfläche der Hornhaut gelegt worden sind. Der Anordnung nach kommen verschiedene Formen vor, multiple, parallel-nahe nebeneinander verlaufende, radiäre und netzförmige. Sie liegen im allgemeinen der Hinterfläche der Hornhaut direkt an, können aber auch frei durch die vordere Kammer ziehen. In zwei selbst beobachteten Fällen bestanden in den unteren $^2/_3$ der Hornhaut massenhafte Leisten, die konzentrisch um einen etwas unterhalb der Hornhautmitte liegenden Punkt verliefen. Ähnliche Bilder kommen nach Herpes (Kraupa) vor und nach Geburtstrauma (Kranz, eigene Beobachtungen).

52 Als besondere Verlaufsform der Keratitis interstitialis sei (eigene Beobachtungen) der Beginn mit hinteren Auflagerungen erwähnt. Sie konnten bisher in drei Fällen an der Spaltlampe festgestellt werden und zwar bei jugendlichen Patienten unter 16 Jahren. Zwei davon traten doppelseitig auf, mit einem Zwischenraum von fast zwei Jahren. Die Auflagerung war von leicht gelblicher Farbe und setzte bei geringer Reizung etwas unterhalb des Hornhautzentrums an. Endothelveränderung und Trübung tiefster Schichten trat im Verlauf einiger Wochen immer mehr hervor. In allen drei Fällen entwickelte sich in einigen Wochen die Keratitis annularis (Vossius) mit allen typischen klinischen Zeichen. Erwähnt sei der milde Verlauf und das jugendliche Alter der Patienten.

Ob sich der Begriff Keratitis interstitialis avasculosa aufrechterhalten lassen wird, erscheint ziemlich unwahrscheinlich. Jedenfalls konnte trotz vielfacher eigener Nachuntersuchungen an der Spaltlampe ebensowenig wie von anderen Autoren bisher ein solcher Fall festgestellt werden.

Mit zunehmender Beherrschung der Spaltlampentechnik werden vermutlich avaskuläre Formen dieser Erkrankung immer seltener beobachtet werden.

Die Keratitis gummosa ist noch umstritten. Ein in unserer Klinik 53
beobachteter Fall (Frese) bei einer Frau mit nur wenige Jahre zurückliegender luetischer Infektion zeigte ein großes tiefliegendes Infiltrat von gelblicher Farbe in den hinteren $^2/_3$ der Hornhaut. Auffallend war die massenhafte Gefäßentwicklung. Abgesehen von dem mit der Keratitis interstitialis nicht zu verwechselnden Aussehen, ließ auch der klinische Verlauf Besonderheiten erkennen. Unter antiluetischer Behandlung trat eine schnelle, weitgehende Rückbildung ein.

Die sekundäre interstitielle Keratitis im Verlauf einer 49
Iridozyklitis oder einer sonstigen intraokularen Erkrankung, ist an der Spaltlampe schon im Beginn zu diagnostizieren. Die ersten Veränderungen betreffen das Endothel. Es entsteht das Bild des Endothelödems, Verschwommenheit der Zellzeichnung, rundliche Defekte im Spiegelbezirk usw. Jedem pathologischen Beschlag an der Hinterfläche der Hornhaut entspricht ein kleiner Defekt im 58
Spiegelbezirk, auch wenn sonstige Endothelveränderungen noch fehlen. Bei Zunahme der Erscheinungen treten Descemetfalten auf, Trübungen der tiefen Schichten und Endothelödem. Die Veränderungen bleiben auf das Gebiet der Beschläge beschränkt, finden sich also oft in dem bekannten Dreieck. Bei schweren Fällen können sie aber ebenso wie die Beschläge die ganze Hornhaut befallen. Tiefe Gefäße fehlen natürlich nicht.

Eine Verwechslung dieser Erkrankungsform mit der sklerosierenden Keratitis ist durch die Untersuchung der Kammer und der Iris zu vermeiden. Übergänge kommen jedoch vor, besonders bei schwerer Iridozyklitis tuberculosa.

Ob sich die Keratitis interstitialis tuberculosa durch den 56
Spaltlampenbefund allein diagnostizieren läßt, bleibe dahingestellt. Der abge- 57
bildete Fall dürfte nach dem Ausfall der Tuberkulinreaktion und der weiteren klinischen Untersuchung dahin zu rechnen sein. Es fanden sich multiple tiefliegende Infiltrate bei geringer Reizung. Die entzündliche Reaktion der nicht befallenen Hornhautpartien war gering. In einem zweiten ganz entsprechenden Falle bestand gleichzeitig eine tuberkulöse Erkrankung der Haut beider Unterschenkel.

In alten, tiefliegenden Trübungen findet man gelegentlich die Fuchs- 57
schen Aufhellungsstreifen. Die Erkrankung selbst ist um Jahr- 60
zehnte zurückzuverlegen, meistens in die Kinderjahre. Die Genese dieser Streifen wurde von Fuchs auf das Hineinwachsen neuer durchsichtiger Lamellen in jugendlichen Hornhäuten zurückgeführt. Eigene wiederholte Beobachtungen, die ihre Bestätigung in einer kürzlich erschienenen Veröffentlichung von Küm-

mell fanden, ließen erkennen, daß in jedem solchen Aufhellungsstreifen ein feinstes, stark zurückgebildetes Gefäß verläuft. Die bessere Ernährung der benachbarten Lamellen und der bessere Abtransport des Exsudates bei abheilender Entzündung dürfte die Erklärung für die Aufhellung geben. Klinisch bemerkenswert ist, daß diese Aufhellungsstreifen bei Keratitis interstitialis anscheinend nicht vorkommen, wohl dagegen nach sekundärer interstitieller und besonders nach schwerer ekzematöser Entzündung der Hornhaut im ersten Lebensdezennium.

Die sogenannte bandförmige Keratitis nach schweren intraokularen Erkrankungen ist namentlich bei alten Patienten an der Spaltlampe in den ersten Anfängen relativ oft zu finden. Sie beginnt innerhalb des Lidspaltenbezirkes, am Limbus eine kleine Zone freilassend. Sie liegt unter dem Epithel etwa im Gebiet der Bowmanschen Membran und besteht aus feinen, weißlichgrauen Trübungen. Charakteristisch sind rundliche Aussparungen, die der Veränderung ein siebartiges Aussehen geben.

Ähnlich aussehende Veränderungen kommen am Hornhautrand bei alten Leuten nicht selten vor, beschränkt auf eine Zone ähnlich dem Arcus lipoides. Sie sind von diesem aber durch die Tiefenlage direkt unter dem Epithel und das leicht kristallinische Aussehen völlig verschieden. Die Breite der Trübung beträgt unter ½ mm. Die Randschlingen und benachbarten Bindehautgefäße sind vielfach obliteriert (Vogt).

59 Die nicht häufige Keratitis uratica konnte bisher in einem selbst beobachteten Falle (1923) an der Spaltlampe verfolgt werden. Bei einer 46jährigen Patientin mit schwerer Arthritis uratica bestanden seit mehreren Jahren rezidivierende Hornhautreizungen beiderseits. An der Spaltlampe waren wolkige und sehr dichte, gelblichweiße Ablagerungen in verschiedenen Schichten der Hornhaut zu erkennen. Die kristallinische Natur war ohne weiteres zu sehen. Bei Wandernlassen des Lichtes traten Farbenerscheinungen auf. Bemerkenswert war die Reaktionslosigkeit der freien Hornhautteile. Ein tiefliegender Herd war stark vaskularisiert und von einem dichten Gefäßnetz durchzogen. Um die Gefäße fand sich ein breiter Resorptionshof. Zwei weitere analoge Fälle beschrieb Weve (1924). Er konnte sie anatomisch kontrollieren. Sein zweiter Fall verlief besonders schwer: ein Auge mußte enukleiert werden, am anderen kam es zu einer Trübung der gesamten Hornhaut.

Die primäre Fettinfiltration der Hornhaut scheint an die dem Arcus lipoides entsprechende Zone gebunden zu sein. Primäre Verfettung der Hornhaut kommt jedoch nicht ganz selten im Verlauf entzündlicher Reizungen der Hornhaut vor. Ein selbst beobachteter Fall betraf eine 54jährige Frau mit schweren Diabetes, die am linken Auge vor 5 Jahren eine akute Iritis

durchgemacht hatte. Im Verlauf dieser Erkrankung war es zu einer dichten Hornhauttrübung gekommen, die sich nur teilweise zurückbildete. Sie lag zentral in den mittleren Schichten, war deutlich gelblich und zeigte an einzelnen Stellen cholesterinähnliche Kristalle. Patientin wurde später in die Klinik aufgenommen wegen einer akuten Iritis des rechten Auges. Nach 8tägigem Bestehen entwickelte sich innerhalb weniger Tage eine zunehmende Trübung der ganzen rechten Hornhaut unter Freibleiben einer schmalen Randzone. Im Verlauf mehrerer Wochen wurde die Zone breiter. Es blieb aber bei fast völlig reizlosem Auge eine zentral gelegene Trübung der rechten Hornhaut ähnlich der des linken Auges zurück, die über 2½ Jahre unverändert bestand. Wiederholte Untersuchung ergab eine deutliche Erhöhung des Cholesterinspiegels im Blut. Die anatomische Untersuchung an einem heraustrepanierten Hornhautstück bestätigte die Diagnose.

Ein zweiter (abgebildeter) Fall betraf ein junges Mädchen. Sie zeigte am **62** linken Auge eine zungenartige, fein punktierte Trübung der mittleren Hornhautschicht, die mit Gefäßen durchzogen und von einem Resorptionshof umgeben war. Der Reizzustand war gering, Beschläge oder sonstige Zeichen einer Iritis fehlten. Im Verlauf von 2½ Jahren schob sich die Trübung zentralwärts vor, während sie am Rande der Hornhaut immer mehr abnahm. Anatomische Präparate und Blutuntersuchung bestätigten auch hier die Diagnose.

Reichliche sekundäre Verfettung der Hornhaut konnte in drei Fällen mit massenhafter Cholesterinansammlung in der vorderen Kammer im Verlauf einer chronischen Entzündung mit rezidivierenden Blutungen nachgewiesen werden. Auch hier bestand bei zwei darauf untersuchten Patienten eine Hypercholesterinämie.

Die gittrige Hornhautdegeneration ist kein einheitliches Krankheitsbild. Während Treacher Collins, Kraupa, Pillat u.a. Nervenveränderungen fanden, kam Stanka zu der Überzeugung, daß neben Falten und Rissen der Bowmanschen Membran erkrankte Hornhautlamellen das eigenartige klinische Bild erzeugen.

Auf Verdickung der Nervenendigungen beruht die knötchenförmige Hornhautdegeneration (Groenouw). Die Knöt- **63** chen liegen meist zentral in den oberflächlichen Schichten. Sie können das Epithel etwas vorbuckeln. Einzelne Stellen nehmen Fluoreszinfärbung an (Zaun, eigene Beobachtung). Die Beziehung zu den Nerven läßt sich intra vitam an einer exzessiven Verdickung der einzelnen Stämme (Kraupa, Kleefeld) und an der Hyästhesie der Kornea nachweisen.

Die Dystrophia epithelialis (Fuchs) besteht in einer Trübung des Epithels, mit Auftreten von Bläschen. Die Hornhaut ist anästhetisch. An

der Spaltlampe findet man regelmäßig Falten der Descemet und eine feine braune Verfärbung des Endothels. Im Spiegelbezirk ist die Endothelzeichnung verschwunden (Koby). Es ist ziemlich wahrscheinlich, daß Beziehungen zwischen dieser Erkrankung und der (unter den senilen Veränderungen) geschilderten Dystrophia endothelialis bestehen.

Zu erwähnen ist noch die spindelförmige Pigmentation der
24 Hornhautrückfläche (Kruckenberg). Sie findet sich nur bei älteren Myopen, ist (nach Vogt) erworben, stets doppelseitig, unabhängig von Resten der Pupillarmembran und auf die zentralen Hornhautteile beschränkt. Noch seltener ist eine mosaikartige Pigmentation des Endothels. Vogt fand sie doppelseitig bei einem Patienten von 66 Jahren.

65, 66, 67 Der Keratokonus zeigt an der Spaltlampe eine Reihe bemerkenswerter Veränderungen. Läßt man das fokale, verschmälerte Büschel über die Mitte der Hornhaut von oben nach unten wandern, so erkennt man bei fortgeschrittenen Fällen deutlich die Vorwölbung der mittleren Partien, während die Verdünnung der Spitze schon in den frühesten Stadien feststellbar ist. Die Vorderfläche der Hornhaut erscheint in einem kleinen Bezirk der Kegelspitze etwas abgeflacht. Die Kegelspitze fällt nur selten genau mit der Hornhautmitte zusammen

An der Spitze des Kegels findet man auch schon frühzeitig Trübungen der Substantia propria in verschiedenen Schichten. Sie haben wenig Charakteristisches. In schweren Fällen können sie erheblich zunehmen und zu einer vollkommenen Trübung der Kegelspitze führen.

67 Sehr typisch sind die sogenannten Keratokonuslinien (Vogt). Sie sind eine Folge des Dehnungsprozesses und bestehen aus feinen, im Bereich der Kegelspitze meist senkrecht von oben nach unten und parallel zueinander ziehenden, grauweißen Linien. Anastomosen zwischen einzelnen dieser Linien kommen vor, sie setzen in spitzen Winkeln an. Horizontale Verlaufsrichtung ist seltener, kann aber gleichzeitig mit vertikaler vorkommen. Sie liegen dann immer in verschieden tiefen Schichten und ergeben eine gittrige Figur. Sie sind leicht von den Trübungen der Substantia propria zu unterscheiden und finden sich nur in den tiefsten Schichten. Anatomisch dürfte es sich um einzelne Lamellen oder Lamellengruppen handeln, die durch die Dehnung auseinandergezerrt sind. Bei vertikaler Verlaufsrichtung fand Vogt inversen Astigmatismus.

Der Endothelspiegel ist an der Spitze oft nicht verändert, sondern mit außerordentlicher Deutlichkeit und besser als beim Normalen zu sehen. Die Ursache hierfür ist die Krümmungszunahme der Hornhautrückfläche (Koby). Dazu kommt vielleicht, daß infolge der Dehnung die einzelnen Endothelzellen etwas auseinanderrücken und daher die dunklen Zwischenlinien im Spiegelbezirk deutlicher hervortreten.

Risse in der Descemetschen Membran sind nicht häufig. Sie verlaufen im allgemeinen bogenförmig und sind ziemlich ausgedehnt. Im durchfallenden Licht zeigen sie dunkle Begrenzungslinien. Im Spiegelbezirk fehlt in ihrem Bereich die Endothelzeichnung. Da sich die Ränder der Descemetrisse nach hinten einrollen, fällt der Defekt im Spiegelbezirk nicht mit den Rißrändern zusammen, sondern reicht bis zur Umbiegungsstelle der Descemetschen Membran.

Bei jedem Keratokonus sind die Nerven, oft erheblich, verdickt. Sie treten daher schon bei diffuser Beleuchtung hervor, manchmal sogar im durchfallenden Licht (Vogt). Sie wurden früher mit obliterierten Gefäßen verwechselt. An der Spaltlampe hat sich m. W. bisher in keinem reinen Keratokonusfall ein Gefäß innerhalb der Hornhaut nachweisen lassen.

Der zuerst von Fleischer entdeckte Keratokonusring kann an der 65
Spaltlampe leicht übersehen werden. Um ihn sicher zu finden, verwende man
möglichst helles Licht (übervoltete Nitra- oder Bogenlampe) und schwächste, 66
d. h. 10fache Vergrößerung. Nach eigenen Beobachtungen ist Koeppe und Kraupa recht zu geben, die angaben, daß er bei keinem Keratokonus fehlt. Er ist nicht immer vollkommen geschlossen, in vielen Fällen findet sich vielmehr nur ein mehr oder weniger großer Kreisbogen. Er liegt an der Basis des Kegels in den tieferen Epithelschichten. Seine Farbe ist olivgrün bis gelbbraun.

Seine Entstehung ist umstritten. Nach Fleischer handelt es sich um Hämosiderin, das aus den vermuteten Hornhautgefäßen stammen soll. Auch die Stähli sche Theorie der Epithelpigmentierung bei der nach ihm genannten Linie ist auf den Keratokonus übertragen worden. Nach wiederholten eigenen Beobachtungen, von denen die erste s. Zt. veröffentlicht wurde, lassen sich bestimmte Beziehungen zu den zirkulären Bowmanrissen nachweisen. Man findet nämlich in manchen Fällen auffällige, an der Basis des Kegels gelegene Bowmanrisse, oft mehrere konzentrisch zueinander. Stets fand sich die Pigmentierung nur außerhalb des am weitesten nach außen gelegenen Risses. Sie hörte mit scharfer Grenze gegen ihn auf, während er zum Limbus hin diffus verlief. Keiner der weiter nach dem Hornhautzentrum zu gelegenen Risse zeigt eine Pigmentation. Dieses Verhalten ist durch die Stähli sche Theorie, nach welcher das Pigment aus der Tränenflüssigkeit stammen soll, nicht zu erklären. Es ist vielmehr wahrscheinlich, daß es auf dem Wege des intrakornealen Saftstromes dorthin gelangt und an dem äußeren Bowmanriß gestaut wird.

Als wichtiges diagnostisches Zeichen ist noch der Kayser-Fleischersche Ring zu erwähnen, den Fleischer als ein Frühsymptom der Wilsonschen Krankheit erkannt hat. Das Spaltlampenbild dieser Veränderung ist von Jendralski bei 4 Geschwistern einer Familie studiert worden. Es besteht in trüb-braungrüner Verfärbung der ganzen Hornhautperipherie. Sitz der Pigmentation ist die Descemet. In der Peripherie ist die Grenze nicht einstellbar. J. vergleicht das Bild mit dem Aussehen dunklen Schildpattes. Die Färbung setzt sich zusammen aus unregelmäßig begrenzten Flecken, die mehr oder weniger dicht beieinander liegen. Nach dem Hornhaut-

zentrum zu werden die Flecke kleiner, die Zwischenräume größer und die Form mehr rundlich. Zwischen den Flecken erscheint die Descemet körnig glänzend. Die Natur des Pigmentes ist noch nicht völlig geklärt.

3. Die vordere Kammer.

Messungen der Kammertiefe.

Bei Beurteilung der Kammertiefe begnügt man sich bei klinischen Untersuchungen im allgemeinen mit einfacher Schätzung. Die Spaltlampe hat auch hier eine wesentliche Verfeinerung der Methode geschaffen. Stellt man das verschmälerte Büschel fokal auf die Hornhaut und darauf auf Linsen- oder Irisvorderfläche ein, so ist die Hinterfläche der Hornhaut und ebenso die Vorderfläche der genannten Organteile durch scharfe Grenzstreifen genau bestimmt und damit auch die Entfernung zwischen ihnen. Je schräger man den Lichteinfall in die vordere Kammer einfallen läßt und je größer man den Winkel zwischen Beleuchtungs- und Beobachtungsrichtung wählt, um so weiter wird die scheinbare Entfernung zwischen dem vorderen und hinteren Grenzstreifen. Man wird daher diese Einstellung bevorzugen, wenn es sich um die Schätzung geringer Entfernungen handelt. Dementsprechend ist die Methode am wertvollsten bei Untersuchung einer sehr flachen Kammer oder bei völligem Fehlen der Kammer.

Vogt hat als erster gezeigt, daß eine vollständige Aufhebung der Kammer selten ist. Im Pupillargebiet bleibt stets ein flacher Kammerrest erhalten, da die Iris als Kissen zwischen Linse und Hornhaut liegt. Auch in dem peripheren Teile der Kammer findet sich oft ein schmaler Kammerrest. Er ist durch die geringere Dicke der peripheren Iristeile erklärt. Wertvoll ist die Untersuchung der Kammertiefe nach bulbuseröffnenden Operationen mit verzögerter Wundheilung. Nur an der Spaltlampe kann der Beginn der Kammerbildung genau festgestellt werden.

Der Kammerwinkel selbst ist ohne Verwendung eines Kontaktglases nicht einstellbar. Immerhin gibt uns die Untersuchung im schmalen Büschel auch ohne Kontaktglas wertvolle Aufschlüsse über die Größe des Kammerwinkels. Namentlich sind periphere Synechien genau zu erkennen. Der Wert solcher Feststellungen für den Operateur steht außer Frage. Abnorm großer Kammerwinkel ist ebenfalls an der Spaltlampe besser zu erkennen als mit anderen Methoden.

Genaue Messungen der Kammertiefe sind mit der Ulbrichtrommel möglich. Die Methode ist eingangs ausführlicher besprochen. Sie besteht in der Messung der Verschiebung des Mikroskopes, die notwendig ist, um nach genauer Einstellung auf die Mitte der Hornhauthinterfläche darauf auf den vorderen Linsenpol einzustellen. Eine Korrektur des

optischen Fehlers ergibt absolute Maße. Systematische Messungen mit dieser Methode liegen m. W. bisher nicht vor.

Erwähnt seien daher kurz die Ergebnisse eingehender Messungen, die Raeder mit einer von ihm ausgearbeiteten besonderen Apparatur angestellt hat. R. konnte die Resultate anderer Autoren (Saunte, Lindstedt) bestätigen, daß am emmetropen Auge die Kammer mit zunehmendem Alter an Tiefe abnimmt. Die Werte betragen zwischen dem 15. und 65. Lebensjahre 3,69 bis 3,04 mm. Von einem allgemeinen Durchschnittswert kann daher nicht gesprochen werden, wohl aber von einem solchen für ein bestimmtes Lebensalter, um den die Grenzwerte um 25% schwanken. R. konnte weiter bestätigen, daß die Abnahme der Kammertiefe durch Dickenzunahme der Linse bedingt ist. Interessant sind von R. gefundene Beziehungen zwischen Kammertiefe und Hornhautdurchmesser bzw. Körperlänge. Bei Hyperopie ist die Kammer im allgemeinen etwas flacher als bei einem gleichaltrigen Emmetropen. Im höheren Alter wird dieser Unterschied geringer, wahrscheinlich wegen des Nachlassens der Akkommodation. Beim Myopen ist die Kammer tiefer. Mit zunehmendem Alter werden die Unterschiede gegenüber dem Emmetropenauge größer. Die Linse liegt beim Myopen am weitesten nach hinten, beim Hyperopen am weitesten nach vorn, während beim Emmetropen mittlere Werte gefunden wurden (Raeder, Zeemanns).

Die Untersuchung des Kammerinhaltes.

Das Kammerwasser besteht unter normalen Verhältnissen in der Hauptsache aus einer Kristalloidlösung. Im Vergleich zur Menge der echt gelösten Salze treten die Kolloide erheblich zurück. Der Eiweißgehalt des normalen Kammerwassers schwankt innerhalb enger Grenzen. Als höchster Wert dürfte etwa 0,02% Eiweiß gelten, ein Wert, der gegenüber dem Kochsalzgehalt allein, mit etwa 0,7%, wesentlich zurücktritt. Daß aber auch diese geringe Kolloidkonzentration genügt, um an der Spaltlampe unter besonderen Einstellungsbedingungen ein Tyndallphänomen zu erzeugen, haben Vogt und später Graves gezeigt.

Spezielle Untersuchungstechnik.

Zur Untersuchung des Kammerwassers läßt man das Lichtbüschel unter einem flachen Winkel auf eine seitliche, also meist die temporale Hornhautpartie auftreffen. Das Lichtbüschel tritt durch die vordere Kammer und trifft auf die Linse oder einen nasalen Iristeil. Den Fokus stellt man auf die Mitte der Kammer ein, also etwa vor der Pupille. Um den Helligkeitskontrast durch möglichste Verminderung des indirekten Lichtes zu erhöhen, empfiehlt sich eine mäßige Verengerung des Spaltes.

Das Mikroskop stellt man bei geringer Übung am besten zunächst auf die direkt beleuchtete Hornhautpartie ein und rückt es dann in Richtung des Lichteinfalles etwas seitlich und tiefer in die Kammer hinein. Bei dieser Art der Einstellung erscheint das Kammerwasser optisch leer. Die geringe Eiweißmenge genügt nicht zur Erzeugung einer deutlichen, diffusen inneren Reflexion. Ändert man aber die Einstellung so, daß ein direkter Vergleich zwischen be-

lichtetem und unbelichtetem Kammerwasser möglich ist, so erscheint bei guter Dunkeladaptation das unbelichtete Kammerwasser doch eine Spur dunkler, als das vom Lichtbüschel getroffene (Vogt), ein Beweis, daß auch die geringe Eiweißkonzentration des normalen Kammerwassers an der Spaltlampe optisch nachweisbar ist. Um diese Einstellung zu erhalten, schraubt man z. B. das Mikroskop etwas höher, den Beleuchtungsarm der Spaltlampe etwas tiefer, oder auch umgekehrt. Eine klinische Bedeutung kommt dieser Feststellung kaum zu, vielmehr ist daran festzuhalten, daß bei gewöhnlicher Einstellung das normale Kammerwasser optisch leer ist.

Zum normalen Kammerinhalt gehören korpuskuläre Elemente. Ihr Vorkommen ist anscheinend an das kindliche Alter gebunden und auch hier kommen sie nicht in allen Fällen vor. Stets ist ihre Anzahl so gering, daß der Nachweis im Kammerwasser selbst bei direkter Beleuchtung meist nur zufällig gelingt. Untersucht man aber im durchfallenden Licht die Rückfläche der Hornhaut an der typischen Stelle, d.h. im Bereich der Ehrlich-Türkschen Linie, so findet man die erst durch die Spaltlampe bekanntgewordene, physiologische Tröpfchenlinie. Sie setzt sich aus den physiologischen Beschlägen zusammen. Sie findet sich nicht im Bereich der ganzen Ehrlich-Türkschen Linie, sondern nur in einem kleinen Bezirk gegenüber dem unteren Pupillarsaum. Lüssi und später Guggenheim fanden sie bei darauf untersuchten Kindern von 7—16 Jahren in 50% der Fälle. Die vertikal verlaufende Linie hat eine Breite von etwa 0,1 mm und eine Länge von 0,4—0,8 mm. Die Tröpfchenlinie ist sehr unbeständig und verschwindet nicht selten während der Beobachtung. In seltenen Fällen sind reichlichere Kammerwasserstäubchen vorhanden. Es ist anzunehmen, daß sie mit den Beschlägen identisch sind und aus Lymphocyten bestehen. Zur Stütze dieser Annahme sind die Untersuchungen von Gilbert und Plaut anzuführen, die in sorgfältig entnommenem normalem Kammerwasser Lymphocyten in wechselnder Zahl feststellen konnten. Die Zahl der an der Hornhautrückfläche vorübergehend fixierten Zellen schwankt zwischen 10 und 50. Vogt und Guggenheim konnten amöboide Bewegungen nachweisen. In späteren Lebensjahren fehlt diese Linie. Im Alter hat sie ihr Gegenstück in der senilen Pigmentlinie.

Die Kenntnis der physiologischen Tröpfchenlinie bei Jugendlichen ist zur Vermeidung von diagnostischen Irrtümern unbedingt notwendig. Als Hauptmerkmal ist ihre Inkonstanz im Vergleich zu den entzündlichen Beschlägen und ihre Anordnung anzuführen. Die physiologischen Beschläge gehen über den erwähnten Bezirk nicht hinaus, während pathologisch sie sich im ganzen Bereich der Ehrlich-Türkschen Linie und darüber hinaus ansammeln. Physiologische Beschläge machen keine Veränderung des Endothelspiegels, patho-

logische dagegen immer. Im Zweifelsfalle gibt eine Nachuntersuchung innerhalb der nächsten Tage sicheren Aufschluß.

Die Wärmeströmung des Kammerwassers.

Die Anordnung der physiologischen Beschläge an der unteren Hornhautfläche gegenüber dem unteren Pupillarsaum ist auf die Wärmeströmung des Kammerwassers zurückzuführen. Am normalen Auge ist sie nicht deutlich zu erkennen. Dagegen ist sie unter pathologischen Verhältnissen an der Spaltlampe leicht festzustellen. Treten im Verlauf einer akuten oder chronischen Iridozyklitis zellige Elemente in der vorderen Kammer auf, so erscheinen diese bei der geschilderten direkten Beleuchtung des Kammerinhaltes als feine leuchtende Punkte. In geeigneten Fällen erkennt man, daß diese Punkte nicht feststehen, sondern stets in den hinteren Teilen der Kammer langsam und stetig nach oben steigen, während sie in der Nähe der Hornhauthinterfläche in gleicher Weise nach unten sinken (Abb. 29).

Abb. 29. Schema der Wärmeströmung des Kammerwassers. Vertikaler Querschnitt durch die vordere Kammer.

Die Ursache dieser Erscheinung ist eine gleichsinnige Bewegung des Kammerwassers, die im Zusammenhang mit den Wärmeverhältnissen innerhalb der vorderen Kammer steht. Durch die dauernde Berührung der Hornhaut mit der äußeren Luft, die beim Normalen außer beim willkürlichen Lidschluß und während des Schlafes nur für die kurzen Momente des Lidschlages unterbrochen wird, kommt es zu einer Abkühlung der Hornhaut und damit der vorderen Schichten des Kammerinhaltes. Die Temperaturunterschiede hängen bei konstanter Körpertemperatur von der Außentemperatur ab. Sie sind bei Zimmertemperatur auf etwa 4—7 Grad zu schätzen. Der Unterschied genügt, um eine Veränderung des spezifischen Gewichtes des Kammerwassers herbeizuführen.

Die genauere Untersuchung über die Wärmeströmung des Kammerwassers und ihre Beziehungen zu den Beschlägen an der hinteren Hornhautfläche verdanken wir Erggelet, Berg, Plocher u. a. Von beweiskräftigen Beobachtungen der genannten Autoren seien kurz folgende angeführt: Bringt man mittels einer geeigneten Glaskammer die Hornhaut mit physiologischer Kochsalzlösung in Berührung (Berg), so kann man durch allmähliche Temperatursteigerung dieser Lösung die Temperaturunterschiede innerhalb der vorderen Kammer immer mehr ausgleichen. Die Folge ist eine Verlangsamung der Strömung des Kammerwassers, die man ohne Schwierigkeit bis zu einem völligen Stillstand steigern kann. Weiter kann man jederzeit an der Spaltlampe feststellen, daß die vertikale Stromrichtung des Kammerwassers unabhängig von der Kopfstellung ist (Berg) und daß nach längerem Liegen mit geschlossenen Augen die Strömung verschwindet. Werden die Augen wieder geöffnet, so kehrt sie erst nach etwa 10 Minuten zurück. Auch im Modellversuch kann man die Wärmeströmung demonstrieren. Man klebt dazu eine urglasförmige Glasschale auf eine Glasscheibe und füllt den dadurch entstehenden kammerähnlichen Raum mit Wasser, dem man Lykopodium oder ähnliches zugesetzt hat. Erwärmt man die Glasscheibe, so tritt die Wärmeströmung auf.

Die Tiefenausdehnung der vorderen Kammer ist in der Mittellinie am größten (Abb. 30). Nach beiden Seiten flacht sie sich immer mehr ab. Die meisten korpuskulären Elemente findet man dementsprechend in der vertikalen Mittellinie. Die Stromrichtung ist vor der Iris parallel zu ihrer Oberfläche gerichtet. Ein Ansetzen zelliger Elemente ist daher zunächst nicht anzunehmen. Daß hier die Verhältnisse in Wirklichkeit komplizierter liegen, wird später bei der Besprechung der Iris gezeigt werden. In der oberen Kammerhälfte geht die Stromrichtung in flachem Winkel von der Hornhautrückfläche fort. Gleich unterhalb der Pupillarmitte trifft sie aber unter ähnlichem Winkel auf die Hornhautrückfläche auf. Die Folge davon ist, daß hier zellige Elemente dauernd auftreffen. Besteht die Neigung zum Festhaften, wie sie vor allem den Lymphocyten eigentümlich ist, so werden etwas unterhalb der Pupillenmitte, d. h. gegenüber dem unteren Pupillarsaum die ersten Zellanhäufungen zu finden sein. Sie bleiben bei dem geringen Zellgehalt des normalen Kammerwassers im kindlichen Alter auf diese Zone beschränkt. Bei pathologischer Vermehrung tritt eine Verlängerung nach unten ein = Ehrlich-Türksche Linie (Abb. 31), und eine Verbreiterung nach beiden Seiten, bis zur Bildung des bekannten Dreiecks in der unteren Hornhauthälfte. Es läßt sich demnach die typische Anordnung der Beschläge aus der Wärmeströmung gut erklären. Erst bei reichlichem Zellgehalt und Verlangsamung oder Aufhören der Strömung durch Zunahme des Eiweißgehaltes treten Beschläge an der ganzen Hinterfläche auf.

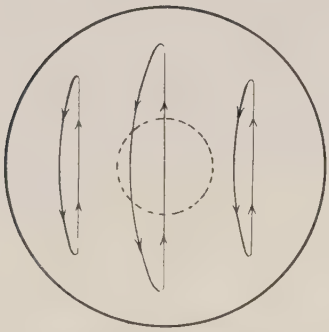


Abb. 30. Schema der Wärmeströmung des Kammerwassers. Vordere Kammer von vorne gesehen.

Abb. 31. Die Ehrlich-Türksche Linie.

Die Verlangsamung der Strömung ist eine Folge der Eiweißvermehrung im Kammerwasser. Sie ist eine regelmäßige Begleiterscheinung jeder Entzündung, erreicht aber nicht immer Grade, die eine deutliche Beeinflussung der Stromgeschwindigkeit hervorrufen. Nach eigenen Messungen ist bei einem Eiweißgehalt über 2% die Strömung aufgehoben. Mit Abklingen der Entzündung schwindet das Eiweiß mehr und mehr, die Strömung setzt allmählich wieder ein, manchmal in einzelnen Teilen der Kammer früher beginnend als in anderen, öfter jedoch in der ganzen Kammer gleichzeitig wieder einsetzend. Die Beurteilung der Kammerströmung hat daher auch klinisches Interesse und

gibt uns einen Anhalt für die Beurteilung der Schwere und des Verlaufes einer Entzündung.

Pathologischer Kammerinhalt.

Die pathologische Eiweißvermehrung im Kammerwasser ist außer an der Abnahme der Kammerwasserströmung an dem Auftreten von Trübungen zu erkennen. Während der geringe Kolloidgehalt des normalen Kammerwassers bei der gewöhnlichen Beobachtung im direkten Licht nicht nachweisbar ist, erzeugt schon eine geringgradige Vermehrung eine deutlich erkennbare, diffuse innere Reflexion. Es handelt sich um das öfter erwähnte Tyndallphänomen, dessen Beobachtung an der Spaltlampe nach den Prinzipien der Ultramikroskopie ausgeführt wird. Der Grad der Zunahme der diffusen inneren Reflexion ist abhängig von Eiweißmenge und Art. Dementsprechend ist er bei den einzelnen Erkrankungsformen verschieden. Bei reiner Eiweißvermehrung kann die Kammerwassertrübung vollkommen gleichmäßig sein. Auch bei stärkerer Vergrößerung sind keine korpuskulären Elemente sichtbar.

Durch Eiweißgerinnung und Fibrinausscheidung treten 68
wolkige Trübungen auf. Gewöhnlich sieht man, besonders bei aufgehobener Wärmeströmung, die erste Gerinnungserscheinung in der Umgebung von zelligen Elementen auftreten. Bekannt ist das Auftreten großer Fibrinklumpen im Verlauf einer akuten Iritis u. dgl. Sie sinken der Schwere nach in den unteren Abschnitten der vorderen Kammer.

Seltener sind fadenförmige Gebilde zu finden, die ebenfalls aus geronnenem Eiweiß (Fibrin) bestehen. Sie können ganze Netze bilden, die an einzelnen Stellen der Hornhauthinterfläche fixiert, im Kammerwasser flottieren. Nach Ausheilung der Entzündung verschwinden sie meist wieder.

Punktförmige Elemente im Kammerwasser (sogenannter Kammerwasserstaub) bestehen in der Hauptsache aus Blutzellen und Pigment. Eine Unterscheidung der einzelnen Bestandteile ist nur in geringem Grade möglich. Wenn sie in größerer Anzahl auftreten, wird ihre Natur, dann aber auch meist schon makroskopisch, klar. Als Beispiel seien nur erwähnt, rote Blutkörperchen und Leukocyten, die sich am Boden der Kammer als Hyphäma bzw. als Hyopyon absetzen. 69

Pathologische Beschläge an der Hornhautrückfläche 70
lassen sich an der Spaltlampe genauer analysieren, wenn auch hier die weitgehenden Annahmen Koeppes einer kritischen Beurteilung nicht standhalten. Es ist unmöglich, eine einzelne Zelle mit Sicherheit ihrer Natur nach zu bestimmen. Dagegen ist Form und Anordnung der Beschläge für die Beurteilung der Zellart ausschlaggebend. Auf Grund anatomischer Befunde und

der Ergebnisse der zytologischen Untersuchungen des Kammerwassers ist der Schluß erlaubt, daß ziemlich ausschließlich die Lymphozyten zu scheibenförmigen Beschlägen führen.

Zur Untersuchung der Beschläge kommt neben der direkten vor allem die durchfallende Beleuchtung in Anwendung. Vereinzelte Beschläge als Frühsympton einer intraokularen Erkrankung lassen sich am ehesten im Spiegelbezirk nachweisen. Sie rufen kleine punktförmige Defekte in der Endothelzeichnung hervor.

Rote Blutkörperchen und Leukozyten haben im allgemeinen eine geringere Neigung zum Anhaften an der Hornhautrückfläche. Nur bei reichlichem Gehalt solcher Zellen im Kammerwasser finden sie sich in großer Zahl an der Hinterfläche der Hornhaut. Ihre Anordnung ist ziemlich charakteristisch. Es überwiegt die Reihenform, wobei die vertikale Richtung bevorzugt ist. Oft sieht man zwischen Zügen von Zellen feine, ebenfalls vertikal verlaufende Linien, die freien Stellen der Hinterfläche der Hornhaut entsprechen. Solche Bilder drängen die Vorstellung auf, dass die Zellen nicht festhaften, vielmehr durch die Kammerwasserströmung eine dauernde Lageverschiebung erleiden. Zum Studium dieser Erscheinungen eignen sich am besten traumatische Kammerblutungen und frisch entzündliche Prozesse, namentlich nach perforativer Verletzung.

71, 72 Scheibenförmige Beschläge im Verlauf einer chronischen Iridozyklitis sind im direkten und besser noch im durchfallenden Licht zu untersuchen. Bei 30facher Vergrößerung wird ihre Zusammensetzung aus durchscheinenden einzelnen Zellen deutlich. Frische Beschläge machen einen geschlossenen Eindruck. Die einzelnen Zellen scheinen lückenlos aneinanderzuliegen, nur am Rande liegen sie weniger dicht und regelmäßig. Dem Auftreten der Beschläge geht eine Zunahme des Kammerwasserstaubes voraus. In leichten Fällen können die Beschläge in wenigen Tagen verschwunden sein. Es kommt aber nicht selten zu einem Bestande über Wochen und Monate hinaus. Aussehen und Größe kann während dieser Zeit wechseln.

73, 74 Pigmentablagerungen sind bei alten scheibenförmigen Beschlägen stets zu beobachten. Das feinkörnige Pigment ist uvealen Ursprunges. Selten entstehen daraus später sternchenförmige Gebilde, ähnlich den Resten der Pupillenmembran auf der vorderen Linsenkapsel.

Die Rückbildung der Beschläge geht allmählich vor sich. Durch Ablösung einzelner Zellen bekommt der Beschlag ein lückenhaftes, manchmal stechapfelförmiges Aussehen. Am längsten haftet das Pigment. Nicht selten sind Pigmentreste noch Wochen nach dem Abklingen der Entzündung zu finden.

Als besondere Beschlägeformen sind einzeln liegende, etwa wetzsteinförmige zu erwähnen, die wahrscheinlich aus Fibrin bestehen. Nach Linsenverletzungen und Staroperationen sieht man oft gröbere, aus Linsenmassen bestehende Niederschläge an der Rückwand der Hornhaut. Die senilen Pigmentbeschläge wurden bereits erwähnt.

Die Untersuchung des Kammerwassers und der Beschlägeformen bei den verschiedenen Iridozyklitiden ist von großer klinischer Bedeutung. Frühdiagnosen sind mit Sicherheit möglich. Nutzt man alle technischen Möglichkeiten an der Spaltlampe aus, so wird sich keine, noch so geringgradige intraokulare Entzündung unserer Erkenntnis entziehen. Auch der Verlauf und die Prognose ist wesentlich genauer zu umgrenzen. Das gilt in erster Linie von den chronischen, tuberkulösen und sympathischen Entzündungen. Stellen wir aber die naheliegende Frage, inwieweit uns die Spaltlampe hinsichtlich der ätiologischen Diagnose weitergebracht hat, so können wir nur verneinend antworten. Dieses Resultat war nach dem Ergebnis eingehender zytologischer Untersuchungen des Kammerwassers im Ausstrich, dicken Tropfen usw., die wir in erster Linie Brückner und Volmer verdanken, vorauszusehen. Es hat sich dabei eine auffallende Eintönigkeit und Gleichförmigkeit im Zellbefund herausgestellt. Selbst bei Anwendung der besten Färbemethoden hat sich so gut wie kein Anhalt in ätiologischer Richtung ergeben. Bei jeder Entzündung, welche Ursache sie auch haben mag, finden sich zunächst überwiegend Leukozyten. Schon nach 3—4 Tagen verschwinden sie immer mehr. Lymphozytäre Elemente treten fast ausschließlich in den Vordergrund. Daneben finden sich vereinzelte Gewebszellen und Pigment.

Einige besondere Erkrankungsformen.

Bei Contusio bulbi, auch geringen Grades, findet man regelmäßig punktförmige Elemente im Kammerwasser in wechselnder Menge. Es überwiegen rote Blutkörperchen, die oft auch an der Hornhautrückwand zu finden sind, und Pigment. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Untersuchung auf eine Glaskörperhernie. Sie kann das einzige objektive Zeichen einer Verletzung von Zonulafasern sein, ohne daß eine Subluxation der Linse sicher nachweisbar ist.

Glaskörper in der vorderen Kammer kann auch an der Spaltlampe leicht übersehen werden. Schmales Büschel, übervoltete Nitralampe, schwache Vergrößerung sind auch hier wieder die bei Untersuchung lichtschwacher Gebilde als unerläßlich hingestellten Grundbedingungen für eine sichere Diagnose. Bei maximal verengtem Büschel tritt an der Ober-

fläche der Glaskörperhernie ein deutlicher Grenzstreifen auf. Kleine Hernien sitzen am Pupillarsaum und wölben die Iris etwas vor.

Größere Hernien, oft die ganze Kammer ausfüllend, sieht man gelegentlich bei stärkerer traumatischer Luxation der Linse und oft im Gefolge
75 einer Nachstaroperation. Manchmal ist dem Glaskörper Blut beigemischt. Frisches Blut ordnet sich gern in Streifenform an. Ältere Blutungen sinken innerhalb der Hernie nach unten mit horizontaler oberer Begrenzung, ähnlich einem Hyphäma. Ein solches Bild kann wochenlang bestehen bleiben. Interessant ist die Tatsache, daß die äußere Schicht der Hernie für die Blutkörperchen anscheinend undurchdringbar ist. Man wird dabei zu der Annahme veranlaßt, daß die an das Kammerwasser angrenzenden Glaskörperschichten sich verdichten und eine Art neuer Grenzschichten bilden.

Eine Glaskörperhernie in die Vorderkammer bildet sich nicht wieder zurück. Verdichtungen innerhalb des Prolapses treten auf in Form feiner, diffus begrenzter, weißlicher Fäden, die bei Bewegungen flottieren. Ziemlich regelmäßig findet man in alten Hernien Pigment, oft in reichlicher Menge. Es ist in Reihen angeordnet, meist deutlich an den geschilderten Verdichtungsfäden ansetzend. Vor Staroperationen kann die Feststellung einer Glaskörperhernie für die Wahl der Operationsmethode von Bedeutung werden.

Jeder tiefsitzende Hornhautfremdkörper führt zum Auftreten punktförmiger Elemente im Kammerwasser. Im Bereich der Ehrlich-Türkschen Linie fehlen dabei einzelne Beschläge ebenfalls nicht.

Posttraumatische Zysten in der vorderen Kammer sind oft be-
76 schrieben worden. Stajduhar fand als Seltenheit eine kleine nierenförmige, frei im Kammerwasser schwimmende Zyste. Nach seiner Auffassung handelte es sich um eine Pigmentephithelbildung.

An der Spaltlampe ist Wand und Inhalt der Zysten gut zu erkennen (s.
76 auch Iris). Im abgebildeten Falle handelte es sich um eine anatomisch kontrollierte Hornhautepithelzyste. Sie war nach Perforation der Kornea entstanden. In einem weiteren Falle konnte die Diagnose Epitheleinwucherung in die vordere Kammer nach Staroperation gestellt werden. Im maximal verengten Büschel war eine feine, der Hornhautrückfläche anliegende Grenzlinie zu erkennen.

4. Die Iris.

Spezielle Untersuchungsmethodik.

Die direkte Beleuchtung dient in der Hauptsache zur Untersuchung des Pupillarsaumes und der Irisoberfläche. Zur Übersicht benutzt man

diffuse Einstellung des Lichtes (Gullstrandscher Strahlengang) und schwache Vergrößerung, zur genaueren Untersuchung fokale Beleuchtung und stärkere Vergrößerung. Eine starke Steigerung des Helligkeitskontrastes erlaubt das Lochbüschel. Es ist zur Untersuchung sehr zarter, lichtschwacher Gebilde von Vorteil. Z. B. lassen sich feinste fädchenförmige Reste der Pupillarmembran nur bei Verwendung des Lochbüschels bis zu ihrem Ansatz an der Iriskrause genau verfolgen, während sie im breiten Büschel unsichtbar werden.

Das indirekte Licht ermöglicht eine gute optische Auflösung der tieferen, mesodermalen Schichten der Iris. Man nützt es meist unbewußt gleichzeitig mit der direkten fokalen Beleuchtung aus. Tiefer liegende Herde, z. B. Blutungen, sind oft nur im indirekten Licht erkennbar. Bei schwach pigmentierter oder auch depigmentierter Iris wird der Sphinkter als scharf begrenztes, 85
gelblich-graues Band sichtbar.

Das durchfallende Licht dient im wesentlichen zur Untersuchung des ektodermalen Pigmentblattes der Iris. Diese Beleuchtungsart erfordert eine sekundäre Lichtquelle hinter der Iris. Man erreicht sie dadurch, daß man das Lichtbüschel durch die Pupille schickt und an passender Stelle in der Linse fokussiert. Lichteinfall von nasal für die Untersuchung der temporalen Irishälfte ist selbstverständlich notwendig und umgekehrt. Besonders gut gelingt die Methode bei kataraktöser Linse. Aber auch die diffuse innere Reflexion der normalen Linse genügt vollkommen, während das schwache bei Aphakie aus dem Glaskörper reflektierte Licht nicht ausreicht. Eine zweite, weniger brauchbare Methode zur Durchleuchtung der Iris besteht darin, daß man bei breitem Spalt und übervolteter Nitralampe den Fokus hinter dem Limbus in die Sklera konzentriert.

Im durchfallenden Licht sind Atrophien des Pigmentepithels mit großer Deutlichkeit sichtbar. Ebenso kleinste Sphinkterrisse u. a. Die Methode stellt daher eine wesentliche Bereicherung der Untersuchungsmöglichkeiten der Iris dar.

Die normale Iris.

Infolge ihres Pigmentgehaltes absorbiert die Iris eine große Menge Licht. Schon bei diffuser Beleuchtung treten daher im binokularen Mikroskop eine Menge von Einzelheiten hervor. Unsere Kenntnisse vom Aussehen der normalen und pathologischen Iris waren daher auch schon vor der Einführung der Spaltlampe weit fortgeschritten. Trotzdem haben uns die verfeinerten Beleuchtungsmethoden der Spaltlampe auch an der Regenbogenhaut eine Fülle neuer Beobachtungen ermöglicht. Es ist daher notwendig, das normale Irisbild an der Spaltlampe kurz zu berücksichtigen.

Vogt hat als erster eine Reihe von Spaltlampenbefunden an der Iris erhoben, die entsprechend den anatomisch gewonnenen Anschauungen von Fuchs eine Selbständigkeit des vorderen mesodermalen Blattes beweisen. Man kommt damit zur Vorstellung einer dreifachen Schichtung: 1. die ektodermale Pigmentepithelschicht, 2. das tiefere Mesoderm von der Irisbasis bis zum Pupillarsaum und 3. das oberflächliche Mesoderm von der Basis bis zur Iriskrause.

Das Pigmentepithel ist bei schwach mesodermaler Pigmentierung im direkten fokalen Licht, besonders schön im Lochbüschel, in der Tiefe der Krypten sichtbar. Es stellt eine gleichmäßige, dunkelbraune Schicht mit matter Oberfläche dar. In manchen Fällen ist das Pigmentepithel nicht in der gesamten Iris, sondern nur an einzelnen Stellen zu erkennen.

Die Breite des normalen Pupillarsaumes hängt, von individuellen Verschiedenheiten abgesehen, von der Pupillenweite ab. Bei Mydriasis stellt er ein schmales feines Band dar. Die Entfernung zwischen Pupillarsaum und Krause ist dabei ganz gering. Die Krause kann sogar den Pupillarsaum überlagern. In Miosis ist dagegen die Entfernung maximal groß. Infolge der Raumbeschränkung verbreitert sich der Pupillarsaum stark und legt sich in krausenartige Falten. Diese sind nicht überall gleich groß, sondern im allgemeinen oben und oben seitlich wesentlich größer als unten.

Nicht selten beobachtet man streckenweise angeborene partielle oder totale Defekte des Pupillarsaumes. Am häufigsten findet man sie unten.

84 Bemerkenswert ist, daß bei maximaler Mydriasis der Pupillarsaum der Linse meistens nicht aufliegt, sondern durch den Sphinkterzug relativ weit abgehoben ist, eine Tatsache, die gegen einen physiologischen Pupillenabschluß, wie ihn C. Hamburger annimmt, spricht.

Das Aussehen des Irisstromas schwankt bei verschiedenen Menschen außerordentlich, es hängt namentlich von seinem Pigmentgehalt ab. Je geringer das mesodermale Pigment entwickelt ist, desto tiefer kann das Licht eindringen. Die Trabekel einer blauen Iris sind an der Spaltlampe durchscheinend. Aber auch bei der rein blauen Iris fehlen Pigmentzellen so gut wie nie. Sie finden sich an der Oberfläche in Form gelblicher Flecken. Einzelne Chromatophoren sind an der Spaltlampe nicht zu erkennen. Im indirekten Licht sieht man an der Oberfläche bei starker Vergrößerung eine feine seidige Struktur. Sie wird mit dem Endothelbelag in Verbindung gebracht.

Mit zunehmendem Pigmentgehalt wird auch das Stroma dichter, es hat bei der braunen Iris eine glatte Oberfläche.

Die Iriskrause bildet die innere Begrenzung des oberflächlichen mesodermalen Blattes. Ihr Aussehen und ihre Entwicklung ist individuell stark verschieden. In vielen Fällen tritt sie sehr klar hervor, in anderen ist sie kaum angedeutet. Sie ist immer mehr oder weniger deutlich vom mittleren mesodermalen Blatt abgehoben. Sie bildet daher mit ihm einen Winkel, der anatomisch von Fuchs nachgewiesen wurde. Mit zunehmender Pupillenerweiterung nähert sich die Krause immer mehr dem Pupillarsaum. Sie kann ihn bei maximaler Mydriasis überdecken.

Gefäße sind nur bei nicht zu starker Pigmentierung in einzelnen Trabekeln sichtbar. Am deutlichsten sieht man sie im indirekten Licht. Eine Strömung ist nicht immer nachweisbar. Sie liegen nie frei an der Oberfläche, sondern sind stets von einer dünnen Stromalage bedeckt (Koeppe). Man erkennt leicht, daß an der Iriskrause kein geschlossenes Ringgefäß vorhanden ist.

Zu erwähnen ist noch, daß man an der Spaltlampe die geringsten Reste einer Pupillenreaktion gut nachweisen kann.

Angeborene Anomalien.

Als häufigste Anomalie kommen Reste der fötalen Pupillarmembran vor. Die Spaltlampe hat uns gelehrt, daß sie bei fast 50% der Menschen zu finden sind.

Selten ist das Erhaltenbleiben einer mehr oder weniger geschlossenen Platte, die durch gröbere, radiär verlaufende, zentral anstomosierende 77
Gefäßreste mit der Iriskrause in Verbindung steht. Meist ist dann auch die Linse anomal entwickelt. Eine solche Platte ist selten durchsichtig, häufiger ist sie pigmentiert. Die groben Gefäßreste gleichen in Form und Farbe den Trabekeln. Sie kommen auch vereinzelt vor, frei ins Kammerwasser hineinragend oder auch an der Linse ansetzend. An der Ansatzstelle größerer Gefäßreste besteht meist eine lokale Trübung der Linse. Auch an der Cataracta polaris anterior kann man gelegentlich fadenförmige Reste ansetzen sehen. In anderen Fällen findet man nur Pigmentreste auf der Spitze des Trübungskegels.

Eine häufige Form der Pupillarmembranreste sind die kleinen Gefäßreste, die von der Iriskrause aus frei ins Kammerwasser ragen. Sie können gelegentlich sehr zart sein, so daß sie leicht übersehen werden. Seltener sind feinste Fädchen, die an zwei verschiedenen Stellen der Krause befestigt sind und sich bei Mydriasis straff anspannen. In vereinzelten Fällen können aus solchen Fädchen ganze Netze mit überwiegend ra- 78
diärer Anordnung entstehen. Am vorderen Linsenpol besteht dann meist ebenfalls eine Fixation. Bei Pupillenerweiterung kann man sich von der großen 81
Elastizität solcher Fädchen überzeugen. Feine Fädchen sind meistens unpig-

mentiert. An stärkeren findet man jedoch fast regelmäßig einzelne Pigmentknötchen, die manchmal in ganzen Reihen daransitzen. Sehr selten sind fädige Reste, die am Pupillarsaum selber ansetzen (Brückner, Vogt, eigene Beobachtung).

79 Am häufigsten sind die Reste auf der vorderen Linsenkapsel in Form feinster, isolierter, sternchenförmiger Pigmentzellen, ohne Verbindung mit der Iriskrause. Nach Rumbaur findet man sie bei etwa 40—45% aller Menschen, in der Jugend häufiger als im Alter. Sie scheinen daher im Laufe des Lebens teilweise zu verschwinden. Die Sternform ist ausgesprochen. Meistens sind sie dreistrahlig, seltener sind vier und mehr Strahlen. Die Farbe ist die des Stromas. Da die embryonale Pupillarmenbran unpigmentiert ist, muß eine postfötale Pigmentation angenommen werden (Brückner). Man kann verschiedene Arten unterscheiden. Plumpe
80 Zellen mit kurzen Ausläufern, neben zierlicheren mit längeren Ausläufern sind am häufigsten. Verbindungen zwischen Ausläufern benachbarter Sternchen kommen vor. Seltener ist die dritte Form. Sie ist charakterisiert durch besonders lange, bogig verlaufende Ausläufer mit geringem Pigmentgehalt. Nur in der Mitte sitzt jeweils ein kleines Pigmentklümpchen.

Die Anomalie ist meist doppelseitig. Die Menge der Zellen ist sehr verschieden. Selten ist das ganze Pupillargebiet der Linse dicht besät. Häufig dagegen sind vereinzelte Zellen. Die Anordnung ist nicht besonders charakteristisch. Ausnahmsweise findet sich eine Kreisform, konzentrisch zum Pupillarrand.

Die sternchenförmigen Reste sind klinisch seit langem bekannt (Schleich, Franke, Brückner u. a.). Eine anatomische Untersuchung stammt aus neuerer Zeit von Arlt. Danach besteht jedes Sternchen aus einer einzelnen großen, stark abgeflachten Zelle. Der Kern ist oval und färbt sich schlecht. Der Zelleib läuft in zahlreiche Fasern aus. Feine braune Pigmentkörnchen sind in Zellen samt Ausläufern verstreut.

Die Diagnose dieser Form der Pupillarmembranreste ist nicht immer sicherzustellen. Im Verlauf einer Iridozyklitis sieht man gelegentlich eine gleichaussehende Pigmentausstreuung auf der vorderen Linsenkapsel entstehen. Farbe, Sternchenform und Anordnung können völlig mit den angeborenen Resten übereinstimmen, so daß bei Fehlen sonstiger Entzündungsreste gelegentlich, wenn auch selten, die Unterscheidung unmöglich werden kann.

Beim Iriskolobom interessiert das Verhalten des Pupillarsaumes. Es kann im Bereich des Koloboms vollkommen normal entwickelt oder schwach und lückenhaft ausgebildet sein, aber auch vollkommen fehlen.

Eine partielle Aplasie des vorderen mesodermalen Irisblattes im unteren Bereich der Iris ist relativ selten. Sie ist als unvollständiges Kolobom zu betrachten. Die Trabekel sind zart angelegt, das Pigmentepithel schimmert deutlich durch, dem ganzen Bezirk eine dunklere Farbe gebend. Die Grenzen des Defektes sind etwas unscharf. Im Zusammenhang

mit dieser Anomalie steht wahrscheinlich auch die oft erheblich lückenhafte Entwicklung des Pigmentsaumes am unteren Pupillarsaum.

Die Flocculi iridis sind an der Spaltlampe von Vogt genauer erforscht worden. Er unterscheidet zwei Typen, eine exfoliative und eine tuberöse. Die letztere entsteht durch Verwachsungen mit Ausläufern der Krause, die erstere durch Hyperplasie des Pupillarsaumes. Ihren Ausgang nehmen die Flocculi anscheinend von der Hinterfläche der Pigmentepithelschicht, da der Pupillarsaum oft normal entwickelt ist. Es sind wülstige, aus Pigmentepithel bestehende Bildungen am oberen Pupillarsaum. Nach Vogt kommen sie als geschlechtsgebunden vererbt fast ausschließlich bei Männern vor.

Als Melanose der Iris wird eine starke Hyperpigmentation der Iris bezeichnet. Die Zeichnung der Iris ist dabei verschwunden. Ihre Oberfläche glatt.

Eine solche Melanose kann sektorenförmig vorkommen = partielle Heterochromie. Makroskopisch ist eine Verwechslung mit Ektropium uveae möglich, das selten als angeborene Anomalie beobachtet wird.

Als hereditäre Anomalie hat Vogt eine Verdoppelung der Pupillarsaumes beschrieben. Ein vollständiges Fehlen des Pupillarsaumes ist selten. Untersuchung in Miosis ist zur Vermeidung einer Fehldiagnose nötig.

Senile Veränderungen.

Die senile Degeneration betrifft in erster Linie den Pigment- 83
saum der Pupille. Der Pupillarsaum kann streckenweise, selten vollständig, verschwinden. Die noch erhaltenen Teile lassen ebenfalls Veränderungen erkennen. Die einzelnen Wülste sind verkleinert, kantig und eckig, ihre Oberfläche ist höckerig geworden.

Untersucht man eine solche Iris im durchfallenden Licht, so ist man oft überrascht, wie weit die Atrophie in das retinale Blatt hineingeht. Man sieht dabei größere durchscheinende Defekte, oft in Keil- oder Spaltenform, gelegentlich auch auf längere, konzentrisch zum Pupillarsaum verlaufende Strecken. Ausnahmsweise gehen diese Veränderungen über die äußere Grenze des Sphinkter hinaus.

Ein regelmäßiger Befund bei seniler Atrophie des retinalen Pigmentblattes ist die Pigmentausstreuung in das Stroma. Das Pigment 84
findet sich in größerer Masse in nächster Umgebung der Defekte und in Form feinster Pigmentpunkte auf der Oberfläche der gesamten Iris. Es gelangt dorthin durch Fortwandern von hinten nach vorne (Koeppe) und auf dem Wege

über das Kammerwasser (Vogt). Zum Studium feinster Pigmentverstreuung ist starke Vergrößerung und das Blaufilter von Koeppe zu empfehlen.

Verletzungen.

Die vielfältigen Bilder der direkten Irisverletzungen bei Perforation des Bulbus bedürfen keiner eingehenden Besprechung. Die Spaltlampe leistet uns hierbei wertvolle Dienste, in allen Fällen, bei denen es sich um sehr kleine Perforationsstellen handelt. Stets wird die eingehende Untersuchung eine in der Hornhaut gelegene Perforationsöffnung erkennen lassen. Unsere weitere Aufmerksamkeit gilt dann, nächst dem Kammerwasser, der Iris. Selbst kleinste Verletzungen sind leicht zu erkennen. Man begnüge sich nicht mit der Untersuchung im direkten Licht. Geht die Verletzung durch sämtliche Irisschichten hindurch, so wird im durchfallenden Licht der Defekt im Pigmentepithel als hell durchscheinende Zone sichtbar. Bei geringer Ausdehnung der Wunde ist eine sichere Diagnose oft nur bei dieser Beleuchtungsart möglich. Kleine Stromawunden werden im direkten Licht leicht übersehen, können sich auch kurz nach dem Trauma soweit wieder schließen, daß sie kaum aufzufinden sind. Pigmentanhäufungen in der Umgebung treten immer erst nach einiger Zeit auf.

Die Feststellung einer Durchbohrung des Pigmentepithels gibt uns einen Anhaltspunkt über die Richtung, die ein etwa eingedrungener Fremdkörper genommen hat. Ebenso wird, namentlich bei peripherem Sitz, unsere Aufmerksamkeit in erhöhtem Maße auf die Linse gelenkt. Man wird die Linse in maximaler Mydriasis untersuchen, um vor ungenügender Diagnose geschützt zu sein. Gerade in der Unfallpraxis ist daher die Spaltlampe von großer klinischer Bedeutung. Manche Perforation und mancher intraokulare Fremdkörper wäre bei eingehender Spaltlampenuntersuchung entdeckt worden. Ungerechtigkeiten und Mißhelligkeiten in der Begutachtung können vermieden werden. Manches Auge kann gerettet, manche sympathische Ophthalmie vermieden oder doch rechtzeitig erkannt werden.

Fremdkörper auf und in der Iris sind an der Spaltlampe leicht zu finden und von Pigmentnävi, kleinen Zysten oder Tumoren leicht zu unterscheiden. Selbst mit anderen Mitteln nicht zu erkennende kleine Glassplitter bereiten keine diagnostischen Schwierigkeiten.

Die Contusio bulbi ruft an der Iris verschiedene charakteristische Erscheinungen hervor. Regelmäßig ist eine mehr oder weniger ausgesprochene Pigmentausstreuung. Das Pigment stammt aus dem retinalen Blatt und findet sich zunächst in Kammerwasser und vorderem Glaskörper. Später zeigen sich deutliche Folgen an der Iris selbst; sie bestehen in partieller Depigmentation

des Pigmentsaumes, dichter Pigmentanhäufung in den benachbarten tiefen Stromaschichten und Niederschlag feinster Pigmentkörnchen, mehr oder weniger gleichmäßig über die gesamte Oberfläche der Iris verteilt. Das Pigment gelangt in das Stroma auf zwei verschiedenen Wegen, durch direktes Einwandern von der Rückfläche aus nach vorne (Koeppe) und auf dem Wege über das Kammerwasser. Bemerkenswert ist, daß selbst bei ausgiebiger Pigmentverschiebung infolge stumpfer Gewalteinwirkung Sphinkterrisse vollständig fehlen können, eine Beobachtung, die für die Unfallpraxis von großer Bedeutung ist.

Auch nach direkter Verletzung fehlen die Pigmentverschiebungen nicht. Gelegenheit sie zu beobachten hat man oft nach Operationen. Die stärksten Grade sieht man meist nach fistelbildenden Glaukomoperationen. Vogt fand größere Pigmentkugeln, dem Pupillarsaum und der vorderen Linsenkapsel aufsitzend, nach einer präparatorischen Iridektomie.

Die Risse am Pupillarrand betreffen das Stroma und den Sphinkter. Beide Formen können getrennt voneinander oder auch gleichzeitig vorkommen. Ihr Aussehen kann als bekannt vorausgesetzt werden. Die indirekte Beleuchtung ist bei sehr kleinen Rissen der direkten wesentlich überlegen.

Die gleichen methodischen Wertunterschiede beobachtet man auch bei kleinen intrastromalen Blutungen. Bei nicht zu starker mesodermaler 85
Pigmententwicklung sind sie im indirekten Licht als leuchtend rote Flecken leicht zu erkennen, während sie im direkten verschwinden.

Eine seltene Kontusionsfolge ist die Abhebung des vorderen Irisblattes. Koby beschrieb z. B. einen solchen Fall. Mehrere Trabekel hatten sich in Form einzelner Zipfel von ihrer Unterlage gelöst und ragten nach vorne in die Kammer hinein. Auffallend war die Rigidität dieser Gebilde. Sie machten die Bewegungen der Iris nicht mit, sondern blieben z. B. auch bei maximaler Mydriasis in ihrer alten Lage, so daß sich der Pupillarsaum weit hinter sie zurückzog. Der Entstehungsmechanismus dieser Abhebungen ist unklar. Baillart kommt auf Grund einer eigenen Beobachtung zu der Auffassung, daß das Kammerwasser unter dem Druck der stumpfen Gewalteinwirkung durch die Krypten in die Irisschichten hineindringe.

Die charakteristische Farbenveränderung bei der Siderosis der Iris ist besser bei Untersuchung im Tageslicht zu erkennen. Nach Beobachtungen von Vogt und Koby kann als Folge einer in jugendlichen Jahren stattgefundenen Irisverletzung eine Heterochromie auftreten. Bis zu ihrer Entwicklung vergehen 10 und mehr Jahre. Die Irisfarbe erscheint dabei dunkler, durch starke diffuse und fleckenförmige Pigmentierung. Das Stroma ist etwas atrophisch.

Tumoren und Zysten.

Der wichtigste Tumor der Iris, das Melanosarkom, ist an der Spaltlampe auch im Frühstadium sicher zu diagnostizieren. Differentialdiagnostisch interessieren vor allem pigmentierte Zysten, die vom hinteren Pigmentblatt ausgehen. Solche Zysten sind im Gegensatz zu Tumoren durchscheinend. Als Untersuchungsmethode kommt außer der direkten, vor allem die indirekte Beleuchtung zur Anwendung.

Eine besonders große Zyste dieser Art konnte eingehend an der Spaltlampe in ihrem
86 Verlauf verfolgt werden. Sie war nach Iridektomie eines Sekundärglaukomes (Occlusio und secclusio pupillae nach Iritis rheumatica) entstanden. Ein großer dunkelbrauner Knoten füllte das untere Drittel der Kammer zum großen Teil aus. An der Spaltlampe wurde die Zystenform sofort klar. An mehreren Stellen der Oberfläche bestanden kleine fensterartige runde Defekte, die nur durch ein durchscheinendes Häutchen geschlossen waren. Durch diese Öffnungen hindurch war der optisch leere Inhalt, ebenso die rückwärtige glatte Wandung zu erkennen. Die Zyste erreichte im weiteren Wachsen die Hornhauthinterwand und kam zum Platzen. Die kollabierten Wände hingen, an einer Stelle an der Hornhautrückfläche fixiert, in der vorderen Kammer.

Kleine durchscheinende Pigmentepithelzysten vorübergehender Natur beobachtet man gelegentlich an normalen, öfter noch an glaukomatösen Augen. Sie sitzen am Pupillensaum und verschwinden, ohne Narben zu hinterlassen. Ihre Natur ist unklar. Eine Verwechslung mit Tumoren oder auch den Flocculi iridis ist an der Spaltlampe leicht zu vermeiden.

Entzündungen der Iris.

Normale Gefäße sind in der Iris nur bei nicht zu starkem Pigmentgehalt zu erkennen. Das gleiche gilt von hyperämischen Gefäßen. Man wird daher mit dieser Tatsache auch bei Iritis zu rechnen haben. Als Frühsymptom kommt die Feststellung hyperämischer Irisgefäße kaum in Frage. Die ausführlich beschriebenen Veränderungen des Kammerwassers und der Hornhauthinterwand sind hierfür vor allem ausschlaggebend. Geringgradige, lokale Hyperämie bei chronischer Iridozyklitis kann uns gelegentlich einen Hinweis auf den Sitz tiefer Infiltrate geben.

Die Verfärbung der Iris im Zusammenhang mit der entzündlichen Hyperämie und Infiltration läßt sich bei Tageslicht wesentlich besser beurteilen als an der Spaltlampe. Ebenso spielt die Beurteilung der Verwaschenheit der Iriszeichnung, also der diffusen Schwellung der Iris bei akuter Entzündung, im Vergleich zur Untersuchung des Kammerwassers und der Rückfläche der Hornhaut nur eine untergeordnete klinische Rolle.

Dagegen gibt die Spaltlampe über Synechienbildung wertvolle Aufschlüsse. Schon die ersten Stadien sind auf das genaueste zu analysieren. Ektodermale und stromale Synechien sind leicht zu unterscheiden;

ebenso, ob es sich um Verklebungen oder fibröse Verwachsungen handelt. Wichtige Schlüsse lassen sich hieraus für unser therapeutisches Handeln ableiten. In jedem Falle mit bindegeweblichen Verwachsungen wird man einem Patienten die oft sehr schmerzhafte subkonjunktivale Suprarenininjektion ersparen, während sie bei Verklebungen, auch wenn sie ziemlich ausgedehnt sind, die übrigen Mydriatica an Wirkung bei weitem übertrifft.

Die einzelnen Formen der Synechien zu schildern, erübrigt sich. Man müßte dazu allgemein Bekanntes wiederholen, außerdem besteht bei ihrer Untersuchung und Beurteilung an der Spaltlampe keinerlei Schwierigkeit.

Eine große Gruppe der chronischen Iridozyklitiden, als Prototyp sei die tuberkulöse, sympathische und luetische Form genannt, sind durch herdförmige Erkrankungen der Iris charakterisiert. Die einzelnen, vielfach ineinander übergehenden Bilder sind seit langem bekannt. Sie haben, u. a. durch Krückmann und Gilbert, eine ausgezeichnete und eingehende Schilderuug erfahren. Die Spaltlampe hat hier keine nennenswerte Bereicherung unserer Kenntnisse gebracht. Sie war auch nicht zu erwarten. Immerhin sind auch in dieser Beziehung genauere und frühere Diagnosen als bisher möglich. Es sei ausdrücklich bemerkt, daß es sich bei allen bisher bekannten Herden stets um Zellanhäufungen im Gewebe selbst handelt, die aus den Gefäßen an Ort und Stelle stammen.

Streng davon zu unterscheiden sind die sogenannten „Pupillarsaumknötchen", deren Kenntnis wir allein der Spaltlampe verdanken. Ihre erste Beschreibung gab Koeppe. Weitere klinische und experimentelle Aufschlüsse verdanken wir Vogt.

Die Knötchen sind eine Begleiterscheinung der chronischen Iridozyklitis. Am häufigsten findet man sie bei tuberkulöser und sympathischer Entzündung. Sie kommen aber auch bei Erkrankungen luetischer und anderer Ätiologie vor. Sie sitzen vornehmlich am Pupillarsaum und in dessen nächster Umgebung, kommen aber auch an anderen Stellen der Irisvorderfläche, wenn auch seltener und in geringerer Zahl vor.

Eine Unterscheidung in ektodermale und mesodermale Knötchen erscheint Verfasser im Gegensatz zu anderen Autoren überflüssig. Es handelt sich bei beiden Formen um Bildungen gleichen Aussehens und gleicher Genese. Ihr Aussehen ist sehr charakteristisch. Frische Knötchen, die man besonders schön am Pupillarsaum studieren kann, sind rundlich und durchscheinend. Sie sitzen nicht im Gewebe, sondern locker darauf. Ihre Oberfläche ist nicht vollkommen glatt, sondern fein körnig punktiert. Sie entstehen innerhalb weniger Tage, aus feinen punktförmigen Anfängen und nehmen schnell an Größe zu. 88

Eine Reaktion des benachbarten Gewebes fehlt im allge-

meinen ganz, oder ist nur sehr gering. Im Irisstroma findet man gelegentlich eine geringgradige lokale Hyperämie, eine Gewebseinschmelzung dagegen ist nicht zu beobachten. Am Pupillarsaum kommt es nur ganz ausnahmsweise zu einer Arrosion des Pigmentepitheles.

Einzelne Knötchen geben keine Veranlassung zur Synechienbildung. Sind sie jedoch in größerer Zahl vorhanden und durch Konfluieren ganze Wülste entstanden, so sind Synechien durchaus nicht sehr selten.

Die Lebensdauer der Knötchen ist verschieden. Sie können in wenigen Tagen, ohne Spuren zu hinterlassen, verschwunden sein, ebenso häufig ist aber ein Bestand, in wechselnder Form und Größe, über Wochen und Monate hinaus.

89 Länger bestehende Knötchen machen typische Veränderungen durch. Mit jeder neuen Entzündungsattacke werden sie wieder größer, nehmen auch evtl. an Zahl zu. Im Intervall verkleinern sie sich, können auch ganz verschwinden. Ältere Knötchen verlieren an Durchsichtigkeit, werden mehr gelblichgrau und ihre Oberfläche wird durch feine Zerklüftung stärker uneben. Ein ziemlich regelmäßiger Befund an älteren Knötchen ist die Bestäubung ihrer Oberfläche und auch der nächsten Umgebung mit feinen Pigmentkörnchen. Unter zunehmender Zerklüftung geht die Rückbildung ganz allmählich vor sich. Einen Defekt im Gewebe hinterlassen sie nicht.

Eine Prädilektionsstelle dieser Knötchen ist der Pupillarsaum und zwar sowohl der mesodermale, wie ganz besonders der ektodermale. Seltener sind sie an der übrigen Irisvorderfläche zu beobachten. Häufiger dagegen im Kammerwinkel, wo sie zu peripherer Synechie Veranlassung geben.

Die Natur der Knötchen darf heute als geklärt gelten. Nach den anatomischen Untersuchungen Vogts bestehen sie aus Lymphozyten und Epitheloiden. Verkäsungen kommen nicht vor, ebensowenig Bazillen. Wiederholte Überimpfungsversuche in die vordere Kammer von Kaninchenaugen verliefen ergebnislos. Der Auffassung, daß es sich um miliare Tuberkel handele, ist damit jeder Boden entzogen.

Auch der Entstehungsmodus der Knötchen kann nicht mehr zweifelhaft sein. Sie entstehen nicht durch lokale Exudation, sondern durch Niederschlag von Zellen aus dem Kammerwasser. Sie sind daher ein vollkommenes Analogon der Beschläge an der Hornhauthinterfläche. Nach Beobachtungen von Koby und Vogt können sie auch an Pigmentepithelresten ansetzen, die bei der Iridektomie stehengeblieben sind.

Der Knötchenbildung geht regelmäßig eine Vermehrung der zelligen Elemente im Kammerwasser voran. Die Gelegenheit zum Anhaften an den Pupillarsaum ist den Zellen bei Durchtritt aus der hinteren Kammer genügend gegeben.

Daß sie auch an der Rückfläche der Iris zu finden sind, konnte V o g t an einem iridektomierten Gewebsstück feststellen. Haben sich einzelne Zellen festgesetzt, so bilden sie gewissermaßen den Krystallisationskern, um den sich bald weitere Zellen anhäufen und so das Knötchen bilden. Das Aussehen der Knötchen spricht ebenfalls für diese Entstehungsart. Sie sitzen locker auf dem Gewebe, können sich gelegentlich ablösen, und frei auf der Linsenkapsel sitzen. Daß sie in seltenen Fällen, z. B. am ektodermalen Pupillarsaum, eine geringe Arrosion des Gewebes veranlassen, läßt sich nicht als Gegenbeweis anführen. Es handelt sich nicht um tote Zellen, wenn sie auch in ihrer Vitalität geschwächt sind. Ihre phagozytäre und zytolytische Eigenschaft genügt zur Herbeiführung geringer Gewebszerstörungen.

Die Lebensdauer und die Veränderungen bei längerem Bestehen entsprechen ebenfalls den Endothelbeschlägen. Pigmentation findet sich bei beiden, ebenso das Auftreten innerhalb weniger Tage, während die Rückbildung meist sehr viel längere Zeit beansprucht.

Die Hypothese, daß die Knötchen zellige Niederschläge aus dem Kammerwasser darstellen, ist m. W. zuerst von K o b y ausgesprochen worden. Einige eigene Beobachtungen dürften durch ihre Eindeutigkeit entscheidende Beweiskraft haben. In mehreren Fällen von chronischer Iridozyklitis bestanden fädchenförmige Reste der Pupillarmembran, die in Form zarter ausgedehnter Netze vor der Pupille im Kammerwasser schwebten. Stets waren die ersten Knötchen an diesen Pupillarmenbranresten zu finden. Wie es die besonders günstigen mechanischen Verhältnisse erwarten ließen, waren sie nicht nur sehr 90
früh dort zu finden, sondern auch in außergewöhnlich großer Zahl. Innerhalb weniger Tage entstanden aus zunächst kleinen Punkten die Knötchen in typischer Größe und Form perlschnurartig an den Fäden aufgereiht. Erst später setzten sie am Pupillarsaum an. Der weitere Verlauf zeigte ebenfalls völlige Übereinstimmung. Rezidive führten zu neuen Knoten, alte Knötchen erschienen trübe, waren pigmentiert usw. Die Rückbildung erstreckte sich über Wochen. Wichtig ist, daß in diesen sehr zarten Fädchen auch im Licht der Bogenspaltlampe und bei starker Vergrößerung keinerlei blutführende Gefäßreste nachzuweisen waren. Es bleibt damit nur die Deutung, daß es sich um zellige und Pigmentniederschläge aus dem Kammerwasser handelte. Damit ist die Identität zwischen den „Knötchen“ und den Beschlägen auf der Hornhautrückfläche bewiesen.

Mit diesen Feststellungen fällt auch ihre B e d e u t u n g f ü r d i e ä t i o l o g i s c h e D i a g n o s e. Sie sind ebensowenig wie die scheibenförmigen Beschläge für irgendeine Ursache spezifisch, vielmehr bei jeder Exsudation von Lymphozyten in das Kammerwasser hinein möglich.

91, 92 Pigmentverstreuungen und Atrophien sind im Verlauf jeder schweren Iritis zu beobachten. Starke Pigmentausstreuung, besonders deutlich auf der vorderen Linsenkapsel im Bereich der Pupille, treten im Beginn mancher akuten Iritis hervor. Ätiologisch handelt es sich neben dem Rheumatismus und anderen septischen Erkrankungen oft auch um sekundäre Lues.

96 Die Atrophie des retinalen Pigmenblattes ist im durchfallenden Licht leicht zu erkennen. Neben diffusen Defekten kommen lokalisierte, oft rundliche vor, letztere am häufigsten bei Tuberkulose. Partielle und komplette Atrophie des Pigmentsaumes ist ebenfalls häufig zu beobachten. Bei älteren Patienten ist die Unterscheidung von rein senilen Pigmentveränderungen gelegentlich schwierig.

Auch die Atrophie des Mesoderms hat Ähnlichkeit mit der senilen Form. Die Trabekel werden dünner, die Gefäßreste schimmern als weiße Linien stärker hindurch, das Pigmentepithel wird in der Tiefe der Krypten mehr oder weniger deutlich sichtbar. Fleckförmige, sektorenförmige oder auch totale Atrophie wechseln je nach Form und Dauer der Entzündung.

93 Gefäßneubildungen im Verlauf schwerer chronischer Iritis findet sich gelegentlich auf der vorderen Linsenkapsel im Bereich des Pupillargebietes. Es handelt sich um die Vaskularisation von Exsudatmassen. Die sehr zarten Gefäße können bei direkter Beleuchtung leicht übersehen werden. Im durchfallenden Licht oder auch im Spiegelbezirk sind sie meistens besser sichtbar.

Besondere Erkrankungsformen.

Der Herpes iridis stellt eine besonders schwere Form der Entzündung dar. Typisch sind öfter rezidivierende und stärkere Blutungen mit Bildung eines Hyphämas. Die Iris erkrankt diffus. Blutungen in das Stroma sind oft zu erkennen.

Beim Glaukom kommt es nicht selten zu einer auffälligen Pigmentverstreuung. Das Pigment ist auf der Oberfläche bis in die Tiefe der Iriskrypten hinein fein verteilt. Ein Unterschied gegenüber der senilen Pigmentverschiebung besteht nicht. Koeppe hat bekanntlich in Anlehnung an anatomische Befunde (Levinsohn u. a.) diese Pigmentveränderungen als primäre Ursache des Glaukoms angesehen. Die weiteren Beobachtungen jedoch haben ihm nicht recht gegeben. Es dürfte heute nicht mehr bezweifelt werden können, daß die Pigmentverschiebungen eine sekundäre Folge des Glaukoms sind. Sie fehlten auch bei vielen Glaukomfällen, oder sind nur sehr gering ausgesprochen.

Bei akutem Glaukom sind die Erweiterungen der Gefäße, nament-

lich der Venen, sehr ausgesprochen. Koellner glaubt gefunden zu haben, daß diese Erweiterung der Irisgefäße derjenigen der episkleralen Gefäße vorangeht.

Bei chronischem inflammatorischen Glaukom kommt 95
es zur erheblicher Irisatrophie. Stark erweiterte, auch neugebildete Gefäße können streckenweise frei auf der durchscheinenden Iris liegen. Die Bildung eines Ektropium uveae durch Narbenzug des Stromas ist selten.

Die bisher nur anatomisch bekannte und gelegentlich bei Staroperationen erkenntliche Auflockerung des retinalen Pigmentblattes bei Diabetes kann in seltenen Fällen auch an der Spaltlampe festgestellt werden (Vogt). Der Pigmentsaum hat dabei ein schwammiges, poröses Aussehen.

In seltenen Fällen bestehen feine, filzige, graublaue Auflage- 156
rungen am Pupillarsaum, die in keiner Beziehung zur Iridozyklitis stehen. Es handelt sich stets um hochbetagte Patienten, nach Vogt um Augen mit chronischem Glaukom. Zwei selbst beobachtete Fälle hatten dagegen keine glaukomatösen Erscheinungen. Zu dem Krankheitsbilde gehören feine gräulichblaue Häutchen auf der Linsenvorderfläche, im Pupillargebiet oder in der intermediären Zone. Nach Vogt handelt es sich um abgeschilferte Schichten der Zonulalamelle (siehe Linse), die infolge des Alters und Glaukomes brüchig geworden ist. Durch das Pupillenspiel geraten losgelöste Teile in das Pupillargebiet der Linse und an den Pigmentsaum.

5. Die Linse.

Spezielle Untersuchungstechnik.

Eine Untersuchung der gesamten Linse ist nur bei maximal weiter Pupille möglich. Zweckentsprechende Änderung der Blickrichtung und des Lichteinfalles für die Einstellung der äquatorialen Teile ist selbstverständlich. Die äußerste Peripherie, einschließlich der Zonula, bleibt unter normalen Verhältnissen vom Irissaum verdeckt. Sie ist nur bei totaler oder partieller Aniridie, gelegentlich nach Iridektomie, traumatischer Iridodialyse usw. einstellbar.

Die Beleuchtungsmethoden zur Untersuchung der Linse sind: Die direkte Beleuchtung, im weiten, schmalen und Lochbüschel, das durchfallende Licht, besonders als indirektes durchfallendes und und das direktreflektierte Licht.

Zur ersten Orientierung dient das schräg einfallende fokale, direkte Lichtbüschel bei weitem Spalt und bei schwacher, d. h. 10—70facher Vergrößerung. Angeborene oder erworbene Auflagerungen auf der vorderen Linsenkapsel, Synechien oder deren Reste sind leicht festzustellen. Die diffuse innere Reflexion der normalen Linse ist ziemlich beträcht-

lich. Man sieht das Lichtbüschel in Form eines bläulich- bis gelblichgrauen Bandes durch die Linse hindurchziehen. Schon bei weitem, wesentlich besser bei verengtem Spalt erkennt man, daß die einzelnen Schichten der Linse verschieden stark aufleuchten und daß einzelne mehr oder weniger scharf begrenzte hellere Linien hervortreten. Sie entsprechen den von Vogt gefundenen Diskontinuitätszonen innerhalb der Linse. Ihre genaue Kenntnis ist für die Linsenuntersuchung von größter Wichtigkeit. Die ersten Übungen an der Linse gelten daher vor allem diesen Linien.

Auch Nahtsysteme sind in jeder Linse im direkten Licht zu erkennen. Ihre Sichtbarkeit ist individuell und in den verschiedenen Lebensaltern eine wechselnde. Stets ist die hintere Embryonalnaht deutlicher als die vordere. Alterskern- und Rindennähte sind im direkten Licht ebenfalls, wenn auch schwieriger zu erkennen. An die Nähte sieht man die Linsenfasern in Form feiner paralleler Streifung ansetzen. Sie sind ebenfalls an der hinteren Embryonalnaht am deutlichsten. Unter pathologischen Verhältnissen treten sie oft besonders gut hervor.

Auch über Form und Ausdehnung pathologischer Veränderungen orientiert man sich zunächst im weiten fokalen Büschel.

Für die Tiefenlokalisation gelten die gleichen Regeln wie bei der Hornhaut. Zu den Oberflächenlinien kommen in der Linse die Diskontinuitätszonen hinzu. Sie sind die Grundlage für jede exakte Beurteilung der Tiefenverhältnisse. Der große Aufschwung, den unsere Kenntnis der normalen und pathologischen Linse durch die eingehenden Spaltlampenuntersuchungen Vogts genommen hat, ist nicht zuletzt durch die genaue Tiefenlokalisation möglich geworden. Die einzelnen Schichten der Linse sind durch sie genau bestimmt, ebenso die Lage von Trübungen. In vielen Fällen läßt sich hieraus auch die Entstehungszeit einer Katarakt festlegen.

Die Grenzstreifen der Linse treten im schmalen Büschel besonders deutlich hervor. Man wird daher bei jeder Tiefenlokalisation den Spalt maximal verengern. Übervolten der Nitralampe, falls keine Bogenlampe zur Verfügung steht, gute Dunkeladaptation und nicht zu starke Vergrößerung (im allgemeinen kommt man mit 20facher aus) sind die öfter erwähnten Grundbedingungen der genauen Tiefenlokalisation. Auch das Lochbüschel kann gelegentlich mit Vorteil verwendet werden.

Die vorderen Linsenschichten können auch im durchfallenden Licht untersucht werden. Man schickt hierzu das Lichtbüschel in die tieferen Linsenteile. Schon die normale innere Reflexion erzeugt eine genügende Helligkeit; besser sind die optischen Bedingungen bei tiefer liegenden Trübungen. Das Lochbüschel leistet besonders bei ungetrübter Linse gute Dienste. Am

besten gelingt die Beobachtung gegenüber den Randpartien des Lichtbüschels, also im indirekten durchfallenden Licht. Neben Auflagerungen auf der vorderen Linsenkapsel sind namentlich subkapsuläre Vakuolen bei dieser Beleuchtungsart gut zu sehen. Vereinzelte Vakuolen sind oft nur bei dieser Methode zu finden.

Bei direkter Beleuchtung erzeugen subkapsuläre Vakuolen ähnlich wie Trübungsherde, Schlagschatten, die als dunkle Streifen das Lichtbüschel in die Tiefe der Linse begleiten. Vakuolen haben dabei oft die Wirkung kleiner Konvexlinsen, so daß innerhalb des dunklen Schattens ein hellerer Streifen verläuft. Die Form des letzteren hängt vom Brechungsindex des Vakuoleninhaltes im Vergleich zur Linsensubstanz ab (Koby). Theoretisch kann dementsprechend hinter der Vakuole ein konvergenter, divergenter oder auch paralleler Strahlengang vorkommen. Die Form des Schlagschattens hängt dagegen nur von der Größe der Vakuole und vom Verlauf des Lichtbüschels der Spaltlampe ab.

Spiegelbezirke entstehen in jedem Falle an der Vorder- und Hinterfläche der Linse, hier unter dem Namen vorderer und hinterer Linsenchagrin bekannt. Schwerer sichtbar ist der Spiegelbezirk der Vorder- und Rückfläche des Alterskernes. An der Vorderfläche wird er bei Sklerose des Kernes im Alter oft sehr deutlich. Nur ausnahmsweise sind dagegen im direkten Reflex die Oberflächen des Embryonalkernes sichtbar.

Wie erwähnt ist die Größe des Spiegelbezirkes eine Funktion des Krümmungsradius der spiegelnden Oberfläche. Je größer der Radius der spiegelnden Fläche, desto größer ist der Spiegelbezirk. Die vordere Linsenfläche ist am wenigsten stark gekrümmt. Infolgedessen ist ihr Spiegelbezirk auch am größten. Er überragt das weite Lichtbüschel bei fokaler Einstellung seitlich ziemlich weit. Bei Untersuchung des vorderen Linsenchagrins empfiehlt sich daher eine diffuse Einstellung des Lichtbüschels (Gullstrandscher Strahlengang). Bei diffuser Einstellung kann man meist einen ganzen Sektor der Linse im Chagrin gleichzeitig beobachten. Ähnlich verhält sich auch der Spiegelbezirk der Alterskernoberfläche, während die Linsenrückfläche am besten im fokalen Büschel untersucht wird.

Die normale Linse.

Die Linse des Erwachsenen unterscheidet sich von der eines Kindes vor allem durch die Dickenzunahme der Rinde und das Auftreten des Alterskernes. Dazu kommt ein deutlicheres Hervortreten der einzelnen Diskontinuitätszonen, so daß sich als Ausgangspunkt für das Stadium und die Beschreibung des normalen Spaltlampenbildes die Linse eines Erwachsenen, also etwa eines 40jährigen, empfiehlt. **97, 98, 99**

Die Diskontinuitätszonen: Betrachtet man bei 10—20facher Vergrößerung das Lichtbüschel, das die Spaltlampe bei maximal verengtem Spalt in einer solchen Linse erzeugt, so fällt daran eine erhebliche Inhomogenität auf. Besonders auffällig sind verschiedene, mehr oder weniger scharf begrenzte helle Streifen. Diese werden nach Vogt, dem wir ihre genaue Kenntnis verdanken, als Diskontinuitätszonen bezeichnet. Sie entstehen, analog den Grenzstreifen der Hornhaut, durch direkte, regelmäßige und unregelmäßige Reflexion an der Oberfläche von Schichten mit verschiedenem Brechungsindex. Ihr Vorhandensein beweist demnach in eklatanter Weise die Imhomogenität der normalen Linse, deren Hauptursache in dem verschiedenen Alter und Wassergehalt der einzelnen Linsenschichten zu suchen ist.

Nach Vogt sind die wichtigsten Diskontinuitätszonen der Linse des Erwachsenen folgende (Abb. 32):

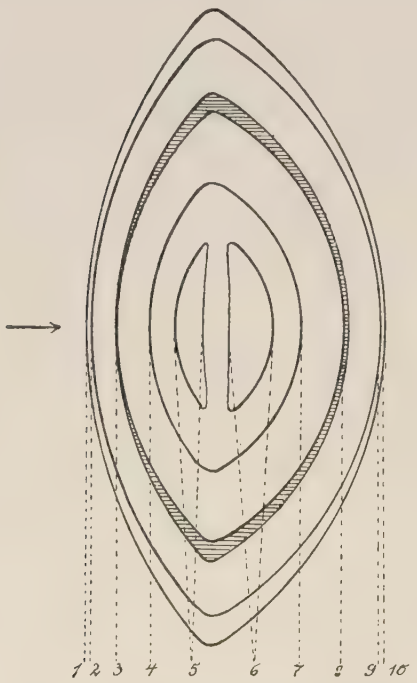


Abb. 32. Die Diskontinuitätszonen der Linse eines Erwachsenen (etwa 40 Jahre)

1. Die vordere Kapsel,
2. Die vordere Abspaltungszone,
3. Die Alterskernvorderfläche,
4. Die Vorderfläche des peripheren Embryonalkernes,
5. Die Vorderfläche des zentralen Embryonalkernes,
6. Die Rückfläche des zentralen Embryonalkernes,
7. Die Rückfläche des peripheren Embryonalkernes,
8. Die Alterskernrückfläche,
9. Die hintere Abspaltungszone,
10. Die hintere Kapsel.

Denken wir uns die Linse durch eine Äquatorialebene geteilt, so finden wir sämtliche Streifen der vorderen Linse symmetrisch in ihrer hinteren Hälfte wieder, d. h. sie begrenzen einzelne Schichten der Linse. Der Nachweis hierfür ist an der Spaltlampe leicht zu erbringen. Läßt man das Lichtbüschel durch die äquatorialen Linsenteile hindurchtreten, so kann man bei allen Grenzstreifen die äquatoriale Vereinigung nachweisen. Bei Kapsel- und Abspaltungszone geliegt die allerdings nur unter den besonderen angeführten Bedingungen, bei denen der Linsenäquator sichtbar wird.

Die einzelnen Zonen der Linse verlaufen nicht genau konzentrisch zuein-

ander. Jeder tiefer liegende Streifen hat nicht nur einen kleineren Krümmungsradius, sondern sein Krümmungsmittelpunkt ist in bestimmter Weise verlagert. In der vorderen Linsenhälfte rückt der Krümmungsmittelpunkt jeder tieferen Schicht etwas weiter nach vorne, in der hinteren dagegen nach hinten. Daraus ergibt sich, daß die axialen Teile der Rinde und des Alterskernes dünner sind als die äquatorialen. Dieser Dickenunterschied betrifft auch die einzelne Linsenfaser. Infolgedessen sind auch die Diskontinuitätszonen im Inneren der Linse, die Alterskern- und periphere Embryonalkernzone peripher breiter als axial. Für die gesamte Linse ergibt sich hieraus eine während der Entwicklung zunehmende Abplattung in sagittaler Richtung, die als phylogenetisches und ontogenetisches Merkmal aufzufassen ist. Schon Rabl hat sie nachgewiesen und gezeigt, daß sie um so geringer ist, je weiter man in die Tierreihe hinabsteigt. Die Grenzstreifen der Linse unterscheiden sich — abgesehen von ihrem Verlauf und ihrer Tiefenlage — hinsichtlich ihrer Helligkeit, Breite und Begrenzung. Am hellsten sind die Kapselstreifen, die als feine scharfe Linien die Linse gegen vordere Kammer und Glaskörper abgrenzen. Ähnlich, nur etwas lichtschwächer, erscheint die Abspaltungszone. Sie verläuft axial so nahe unter der Kapsel, daß sie in manchen Fällen nur bei starker Vergrößerung optisch davon zu trennen ist. Peripher ist der Abstand stets größer. Die äquatoriale Kommunikation der vorderen und hinteren Abspaltungszone ist nur bei Aniridie, Subluxation usw. zu sehen.

Die Alterskernzone ist wesentlich lichtschwächer und diffuser begrenzt. Zwischen ihr und Kapsel liegt die Rinde, deren Abgrenzung klinisch besonders wertvoll ist. Die Alterskernzone tritt schon relativ früh auf, in der Pubertät wird sie bei jedem Menschen sichtbar, gelegentlich schon etwas früher. Sie liegt zunächst der Linsenoberfläche ziemlich nahe an. Mit zunehmendem Alter rückt sie weiter in die Tiefe und wird gleichzeitig deutlicher sichtbar. Entsprechend nimmt die Rindendicke dauernd zu.

Die periphere Embryonalkernzone ist nicht bei allen Menschen deutlich sichtbar. Auch sie tritt im allgemeinen im Alter deutlicher hervor.

Der zentrale Embryonalkern ist dagegen stets abzugrenzen. Seine Grenzstreifen haben eine besonders charakteristische Form, die dem Durchschnitt einer Kaffeebohne ähnlich ist (Vogt). Sie umschließen den zentralen Linsenteil, der durch sehr geringe innere Reflexion ausgezeichnet ist. Dieses sogenannte zentrale Intervall erscheint dunkel und strukturlos. Im Alter tritt die hintere zentrale Embryonalkernzone besonders deutlich hervor.

Die Diskontinuitätszonen gestatten eine genaue anatomische Topographie im Inneren der Linse. Die Linse des Neugeborenen besteht außer der Kapsel nur aus zentralem und peripherem Embryonalkern. Schon in den ersten

Lebensjahren ist eine schmale Rinde abzugrenzen. Wie erwähnt, tritt während der Pubertätszeit zwischen Kapsel und peripherem Embryonalkern die Alterskernzone auf, so daß von dieser Zeit an sämtliche Schichten der Linse zu erkennen sind.

Klinisch wichtig ist die Tatsache, daß nicht nur die einzelnen Linsenschichten, sondern auch ihre Entstehungszeit definiert ist. Daraus läßt sich auch ein bestimmter Rückschluß über die Entstehungszeit verschiedener Kataraktformen ableiten. Angeborene Stare können nur in der Kapsel und im Embryonalkern liegen. Außerhalb des Embryonalkernes liegende Stare müssen dagegen erworben sein. Es wird später gezeigt werden, daß die klinische Erfahrung nicht nur diese Tatsache beweist, sondern noch weitere zeitliche Bestimmungen für einzelne Kataraktformen möglich sind.

Die Nahtsysteme.

Die Diskontinuitätszonen demonstrieren uns die konzentrische Schichtung der Linse, aber auch den Verlauf der Linsenfasern und ihr Ansatz an besonderen Nahtflächen deckt die Spaltlampe auf. Unsere Kenntnisse sind auch hier durch Vogt wesentlich gefördert worden. Während man früher nach Befunden an Tieraugen (Rinderembryo) die Nähte der menschlichen Rinde für dreistrahlig hielt, hat Vogt gezeigt, daß diese Form nur im Embryonalkern der menschlichen Linse vorkommt.

Im zentralen Intervall ist keinerlei Zeichnung sichtbar. Im übrigen Embryonalkern sind dagegen Nähte und Fasern zu erkennen, am deutlichsten an der Oberfläche und den ihr naheliegenden Schichten. Bei Untersuchung der Nähte ist zu berücksichtigen, daß sie nicht nur in einer Ebene liegen, sondern auch eine sagittale Dicke haben. Es handelt sich nicht um Nahtlinien, sondern um Nahtflächen, die ziemlich genau senkrecht zur Linsenoberfläche stehen.

97, 98, 99 Die vordere Embryonalnaht ist ein aufrechtes Y, die hintere ein umgekehrtes Λ. Sie stehen im allgemeinen ziemlich genau senkrecht. Doch kommen Schrägstellungen durch scheinbare Drehung um den axialen Vereinigungspunkt vor, doch sind diese nur selten hochgradig. Die Nahtmittelpunkte fallen ziemlich genau mit der anatomischen Achse der Linse zusammen, so daß sie uns eine willkommene Orientierungsmöglichkeit bieten. Dichotomische Verzweigung an den Enden der Nähte sind fast die Regel, und zwar sind es die unteren Äste, die sich gabeln. Die hintere Embryonalnaht ist stets deutlicher und lichtstärker als die vordere. Auch der Ansatz der Linsenfasern ist an der hinteren Naht deutlicher, besonders im höheren Alter.

Die Nähte des Alterskernes sind wesentlich komplizierter gebaut. Je jünger eine Linsenschicht ist, desto reichlicher verzweigt sind ihre Nähte, am reichlichsten also in der Rinde. Die Verzweigung ist stets dichotomisch, je zwei Äste bilden einen schmalen gotischen Spitzbogen (Vogt). Die axiale Ver- 100
einigungsstelle der peripheren Nähte ist nicht punktförmig, sondern stellt eine gerade oder gezackte Linie dar. Der Ansatz der Linsenfasern ist im direkten 138
Licht bei Jugendlichen oft schwer zu sehen, besser dagegen bei älteren Menschen und besonders deutlich unter pathologischen Verhältnissen.

Die genaue topographische Beziehung zwischen Nähten und Diskontinuitätszonen ist nur zu erkennen, wenn man das Lichtbüschel senkrecht in das Auge hineinschickt, d. h. axial oder wenigstens achsenparallel. Das Mikroskop ist dann seitlich aufzustellen. Bei schrägem Lichteinfall entstehen seitliche Verschiebungen, durch die wenigstens anfangs eine Orientierung erschwert wird.

Im höheren Alter wird die Oberfläche des Alterskernes uneben. Häufig 122, 123
treten dabei die Nähte als Firsten stark hervor.

Der Linsenchagrin.

Der Spiegelbezirk der vorderen Linsenfläche setzt sich 101
zusammen aus eigenartigen, rundlichen und unregelmäßigen Gebilden, deren Aussehen gut durch die Bezeichnung Chagrin wiedergegeben ist. Er entsteht an der Kapsel, den Epithelien und oberflächlichen Linsenfasern (Gullstrand). Der Beweis hierfür ist an der Spaltlampe leicht zu erbringen. Im Spiegelbezirk ist außer der genannten Chagrinierung der Verlauf der Linsenfasern in Form heller Linien auf dunklem Grund und der Nähte als dunkle Linien bis in ihre feinsten Verzweigungen sichtbar. Die Epithelien selbst sind nicht zu sehen.

Der vordere Linsenchagrin ist an jeder Linse ziemlich gleichmäßig entwickelt. Chagrinkugeln finden sich dagegen häufiger bei älteren Leuten. 102
Sie bestehen aus dunklen kreisrunden Defekten im Spiegelbezirk und liegen vor allem in der intermediären Zone. Sie sind als physiologisch anzusehen und haben keine pathologische Bedeutung. Besonders leicht findet man sie bei diffuser Einstellung des Lichtbüschels.

Der hintere Linsenchagrin unterscheidet sich bei konstanter 103
Lichteinstellung vom vorderen durch geringere seitliche Ausdehnung, größere Helligkeit und etwas gelbliche Farbe. Die Form der einzelnen Chagrinfelder ist mehr länglich, Nähte sind auch hier deutlich zu sehen.

Zum normalen Linsenchagrin gehört ein schwaches Farbenschillern. Meist sind gelblichgrüne und rötliche Farbentöne vorhanden. Die Kenntnis des normalen Farbenschillerns ist notwendig, da eine Zunahme des Farbenschillerns

unter pathologischen Verhältnissen, besonders als Frühsymptom der Cataracta complicata vorkommt.

Die Linsendicke.

Die Dicke der Rinde nimmt während des Lebens stetig zu. Nach Messung Vogts, die später von Galati weiter geführt wurden, nimmt die axiale Rindendicke im Alter einen größeren Abschnitt der gesamten Linsendicke ein, als in jüngeren Jahren. Dementsprechend wird die Kerndicke geringer im Vergleich zur Gesamtdicke. (Siehe auch unter Messungen der Kammertiefe.) In der Tabelle sind einige Werte wiedergegeben. Die angegebenen Werte sind nicht absolute, sondern Vergleichswerte, wobei der Dickendurchmesser der gesamten Linse = 1 gesetzt wurde.

Alter	Rinde	Alterskern
16—19	0,178	0,822
30—39	0,256	0,744
50—59	0,309	0,691
70—81	0,325	0,675

Auch die Gesamtdicke der Linse nimmt dem Alter entsprechend zu. Individuelle Schwankungen sind häufig. Nach Vogt und eigenen Beobachtungen ist bei Glaukom gelegentlich eine erhebliche sagittale Dickenzunahme der Linse nachweisbar. Vogt fand die Linse in einem Falle um $^1/_3$ verdickt. Die Verdickung betrifft die Rinde, die beim Erwachsenen allein zur Wasseraufnahme fähig ist. Dabei ist die innere Reflexion nicht deutlich verändert, auch finden sich keine Wasserspalten oder subkapsuläre Vakuolen, so daß eine vermehrte Wasserbindung der Linsensubstanz selbst anzunehmen ist.

Angeborene Anomalien.

Die verschiedenen Formen der Pupillarmembranreste wurden bereits bei der Iris beschrieben. Der Zusammenhang fädiger Reste mit der Iriskrause, ihr Aussehen und die gelegentlich zu beobachtende radiäre Verlaufsrichtung lassen über die frühere Gefäßnatur keinen Zweifel. Die zweite Hauptgruppe besteht in sternchenförmigen, pigmentierten Auflagerungen auf der vorderen Linsenkapsel im Bereich des Pupillargebietes, die selten mit der Iriskrause in Verbindung stehen.

In seinem Atlas der Spaltlampenmikroskopie hat Vogt Reste der Membrana capsulo-pupillaris auf der vorderen Linsenkapsel abgebildet und beschrieben. Sie bestanden in einem feinen blaugrauen, durchscheinenden Häutchen, das z. T. den Verlauf der embryonalen Gefäß-

schlingen wiedererkennen ließ. Vogt gibt heute diesem sehr seltenen Befunde eine andere Deutung. Er nimmt an, daß es sich um die abgespaltete Zonulalamelle handelt (siehe später).

Dagegen sind Reste der Tunica vasculosa lentis auf der hinteren Linsenkapsel ein fast regelmäßiger Befund. Sie bestehen aus feinen unpigmentierten Fäden, mit meist radiärem oder auch bogigem Verlauf. Sie sind erst durch die Spaltlampe bekannt geworden (Koeppe, Vogt). Im allgemeinen sind sie zart entwickelt und können daher leicht übersehen werden. Eine Verwechslung mit Glaskörperveränderungen ist kaum zu befürchten.

Reste der Arteria hyaloidea waren schon vor der Einführung 104
der Spaltlampe als seltene Anomalien bekannt. Es sind die mit dem Augenspiegel nachweisbaren Veränderungen, die als Hyaloidea persistens oder Cataracta polaris posterior spuria bezeichnet werden. Vogt konnte nachweisen, daß physiologische Reste dieser Arterie mit der Spaltlampe an jeder Linse nachweisbar sind. Schon Seefelder hat gefunden, daß der Ansatz der Hyaloidea nicht am hinteren Linsenpol erfolgt, sondern stets nasal davon. In diesem Bereich sind auch die Reste der Arterie zu suchen.

Um den hinteren Pol der Linse zu finden, stellt man die hintere Embryonalnaht ein. Der Nahtmittelpunkt liegt in der anatomischen Achse der Linse. Etwas nasal davon findet man bei jedem Menschen mehr oder weniger ausgeprägt den Hyaloidearest. Er besteht aus einem weißlichen fadenförmigen Gebilde, das spiralig nach Art einer Peitschenschnur aufgewunden ist. Das obere Ende ist an der hinteren Linsenkapsel fixiert. Oft findet man hier ein kleines weißes Knötchen, das meist der Kapsel direkt aufsitzt, gelegentlich auch mit einem besonderen kurzen Fädchen befestigt ist. Das freie Ende hängt in den Glaskörper hinein und macht dessen Bewegungen mit. In der Ruhelage nimmt es stets dieselbe Lage und Form an.

Nicht in allen Fällen ist der Arterienrest voll entwickelt. Stets findet man aber an seiner Ansatzstelle mindestens ein kurzes bogiges Stück, das an der Kapsel festsitzt. Gelegentlich kann auch ein größerer Rest völlig fixiert sein.

Ein zweiter regelmäßiger Befund ist die ebenfalls nasal vom hinteren Pol
liegende weißliche Bogenlinie. Nur ausnahmsweise schließt sich diese 104
Linie zu einem vollständigen Kreis. Am häufigsten ist $^1/_2$—$^2/_3$ Kreisbogen, der nach temporal offen ist, während ein besonderer temporaler, dann meist etwas exzentrischer, Bogen selten ist. Vogt fand auch in mehreren Fällen eine feine Segmentierung der Linie. Sie besteht dann aus kurzen, radiär gestellten und in Bogenform angeordneten Linien.

Nach Vogt stellt die Bogenlinie mit großer Wahrscheinlichkeit die Ansatzstelle des umstrittenen Canalis hyaloideus dar.

Technisch ist wichtig, daß die Bogenlinie mit den Spiegelbildern der Objektivfrontlinsen verwechselt werden kann. Diese liegen nämlich bei der Einstellung der hinteren Linsenfläche in den tiefsten Linsenschichten und haben etwa die Größe der Bogenlinie. Eine Fehldiagnose ist leicht zu vermeiden, da man die Fassung der Objektivlinse erkennt und auch meistens die Spiegelbilder beider Linsen gleichzeitig eingestellt sind. Eine weitere technische Schwierigkeit ist durch den hinteren Spiegelbezirk der Linse bedingt. Bogenlinie und Gefäßreste werden durch ihn verdeckt und es ist gegebenen Falles die Blickrichtung etwas zu ändern. Meist genügt es, den Patienten etwas weiter nach nasal — oben oder unten — blicken zu lassen.

Die Kenntnis dieser physiologischen Reste hat auch ihre klinische Bedeutung. Sie könnten für pathologische Linsen- oder Glaskörperveränderungen gehalten werden. Außerdem geben sie gelegentlich Veranlassung zu einem positiven Skotom. Vorübergehende Verlagerungen des freien Endes in die Gegend des hinteren Poles und damit in die optische Achse sind wenigstens bei größeren Gefäßresten nicht selten. Unter besonderen optischen Bedingungen, z. B. bei Betrachten einer hellen Fläche, kann ein positives Skotom hervorgerufen werden. Intelligente Patienten zeichnen gelegentlich die Form des Skotoms übereinstimmend mit dem an der Spaltlampe sichtbaren Hyaloidearest auf.

Die angeborenen Stare.

105 Die vordere axiale Embryonalkatarakt ist die häufigste angeborene Starfom. Nach Vogt, dem wir ihre Kenntnis verdanken, kommt sie bei etwa 25% aller Menschen vor. Ihre Entstehungszeit wird in den vierten Embryonalmonat verlegt. Sie besteht aus multiplen feinsten Trübungsherdchen von unregelmäßiger Form. Jede Trübung ist bei direkter Beleuchtung im Zentrum leuchtend weiß, gelegentlich kristallinisch schillernd. Sie ist von einem blasseren, diffus verlaufenden Hof umgeben. Diese Kataraktformen liegen in unmittelbarer Nähe der vorderen Embryonalnaht, meist auch ziemlich genau in deren Ebene. Sie können vereinzelt vorkommen. Sind sie in größerer Anzahl vorhanden, so läßt ihre Anordnung das aufrechte Y wiedererkennen. Sehstörungen werden dadurch nicht hervorgerufen. Wie alle angeborenen Katarakte sind sie stationär. Bemerkenswert ist, daß die vordere axiale Embryonalkatarakt als einzige Starform nicht symmetrisch in vorderer und hinterer Linsenhälfte vorkommt.

106 Angeborene Nahtkatarakte sind sehr viel seltener. Sie können sowohl die vordere wie die hintere Embryonalnaht betreffen, etwas häufiger die hintere. Die Nähte treten dabei als weiße, dichte Linien bis in die Verzweigun-

gen hervor, begleitet von einer mehr oder weniger breiten Trübungszone von blaugrüner Farbe. Auch das umgekehrte Farbenverhältnis kommt vor. Diese 107
Farbenerscheinung, die auch bei der Cataracta coerulea wiederkehrt, hat nach Vogt ihre Ursache in der verschiedenen Dicke der Trübungen. Sehr dünne Trü- 108
bungsschichten, die im durchfallenden Licht unsichtbar sind, erscheinen bei 109
direkter Beleuchtung blaugrün, als Kontrastphänomen zur gelblichen Linse. Werden sie dicker, so erscheinen sie weiß. Selten findet man solche getrübte 110
Nähte in Schichten hintereinander. Diese eigenartige Erscheinung erklärt sich entweder durch wiederholte Einwirkung einer Schädigung während der Entwicklung, oder durch Interposition neugebildeter Linsenschichten. Vogt nimmt an, daß sich die Nahtkatarakte während des intrauterinen Lebens subkapsulär entwickeln und zwar etwa zur Zeit der Geburt oder nur wenig später. Sie sind ebenfalls stationär, machen aber bei starker Ausprägung Sehstörungen. Sie sind dann auch mit dem Augenspiegel nachweisbar und daher schon früher öfter beschrieben worden.

Reine vordere Kapselstare sind nicht häufig, vielmehr finden sich 111, 112
meistens gleichzeitig Trübungen tieferer Linsenschichten. Die Kapselstare bestehen aus weißen, rundlichen, ziemlich dichten Trübungen, die bis zu 1 mm Durchmesser haben. Ihre Anordnung ist unregelmäßiger, ihr Sitz selten axial. Die Anzahl der Trübungsherde wechselt, meist sind mehrere vorhanden, selten nur ein einziger. Dichtere Kapselstare sind gegen die vordere Kammer prominent. Sie verursachen daher eine Unregelmäßigkeit der Linsenoberfläche und damit auch im vorderen Spiegelbezirk. Sie besteht in einem hofartigen, dunklen Defekt im Linsenchagrin in der Umgebung des Stares. Dieses von Vogt gefundene Zeichen dient einmal zum Aufsuchen sehr kleiner Kapselstare, andererseits beweist es die Zugehörigkeit dieser Starform zur Linsenkapsel. Auch die Tiefenlokalisation im schmalen Büschel kann zum Beweis herangezogen werden.

Der Kapselstar ist meist eine isolierte Anomalie. Es kommen aber auch Kombinationen mit oft sehr dichten Pupillarmenbranresten vor. Vogt beschreibt ein Zusammentreffen mit exsudatähnlichen Membranresten. Diese standen nicht mit der Iriskrause, sondern mit dem Pupillarsaum in Verbindung, waren also als hintere Synechien aufzufassen. Vogt vermutet eine fötale Iridozyklitis als Entstehungsursache.

Hintere Kapselkatarakte sind sehr viel seltener als vordere. Man bezeichnete sie früher allgemein als Cataracta polaris posterior vera oder spuria. Ihre genaue Lokalisation war unmöglich, als Unterscheidung galt die Sichtbarkeit eines Hyaloidearestes, die den Ausschlag für die Diagnose spuria gab.

Die Spaltlampe ermöglicht in jedem Falle eine genaue Unterscheidung. Der hintere Pol ist durch die zentrale Nahtvereinigung der hinteren Embryonalnaht genau festzustellen und damit auch die Lage der hinteren Kapselstare.

113 Vordere Polstare können mit Resten der Pupillarmembran in Ver-
114 bindung stehen. Diese zweifellos angeborenen Formen sind von erworbenen, durch Perforation des Hornhautzentrums entstandenen an der Spaltlampe sicher zu unterscheiden. Die charakteristischen, meist radiär verlaufenden feinen Descemetfalten lassen zeitlebens die Diagnose einer Perforation zu. Es
115 kommen aber auch Fälle mit diffuser Hornhauttrübung zur Beobachtung und zwar nicht nur der zentralen Teile, ohne daß eine Perforationsstelle zu erkennen ist. Zu diesem Bilde gehören exsudatähnliche Pupillarmenbranreste mit hinteren Synechien, also Veränderungen, wie sie schon bei der Kapselkatarakt erwähnt wurden. Auch hier drängt sich die Vorstellung einer im fötalen Leben überstandenen Iridozyklitis mit Keratitis auf.

Die Spaltlampe hat das Bild der angeborenen Kapsel- und Polstare auch insofern erweitert, als sie uns eine Vorstellung von der Genese der Beteili-
113 gung der oberflächlichen und tieferen Linsenschichten gibt. Entsteht z. B. ein vorderer Polstar im embryonalen Leben, so werden darunterliegende subkapsuläre Schichten mit getrübt. Im postfötalen Leben geht nun die Entwicklung der Linse weiter, es entsteht die Rinde und der Alterskern. Hierdurch kommt es zu einer Abdrängung der Trübung durch dazwischentretende normale Linsenschichten. Diese Trennung zwischen Polstar und Embryonalkern kann eine vollständige sein. Man findet dann auf der Embryonalkernoberfläche den „Abklatsch“ des Polstares. Auch auf der Alterskernoberfläche kann ein solcher Abklatsch vorkommen. Seltener ist der ganze zentrale Embryonalkern getrübt.

Eine isolierte Kapselkatarakt ist selten. Das gleiche gilt auch von den Polstaren. Beide Formen sind neben der partiellen oder selten auch totalen Trübung des Embryonalkernes in den meisten Fällen mit Rindentrübungen kombiniert. Auch an den Rindentrübungen erkennt man deutlich die Abdrängung durch normale Linsenschichten. Am bekanntesten ist die Cataracta fusiformis, d. h. eine ausgezogene Spindel, die axial von der Kapsel in die tieferen Schichten verläuft. Selten reicht sie bis zu dem total getrübten Embryonalkern. Häufiger sind kürzere Spindeln, etwa bis zum Alterskern. Es kommen hierbei sehr vielfache Kombinationen mit Abklatschen an den Diskontinuitätszonen vor. Hierher gehören auch die pyramidenförmigen, angeborenen Katarakte, deren Basis der Kapsel aufsitzt, während die Spitze dem Linsenzentrum zugekehrt ist. Sie kommen an hinterer und vorderer Kapsel vor. In den meisten Fällen handelt es sich um

Polstare. Ein besonderes Charakteristikum, das ebenfalls durch die Linsenentwicklung des postfötalen Lebens seine Erklärung findet, ist der terrassenförmige Bau dieser Stare.

Bei Spindel- und Pyramidenstar findet man fast in allen Fällen eine anomale Verlaufsrichtung der Diskontinuitätszonen. Im Bereich solcher Stare besteht eine Konvergenz der Diskontinuitätszonen. Es resultiert hieraus eine Hemmung im sagittalen Dickenwachstum, so daß die Linse eine Form erhält, die einem roten Blutkörperchen ähnelt (Vogt). Extreme Formen einer solchen Hemmungsbildung sind schon früher beschrieben worden (Knies, Vossius, v. Heß u. a.).

Als Seltenheit hat Volmer einen in unserer Klinik beobachteten, terrassenförmigen Star im Bereich einer atypischen, temporal gelegenen Ansatzstelle der Hyaloidea beschrieben.

Eine sehr seltene Anomalie ist der Lenticonus posterior. Er besteht in einer kegelförmigen Ausbuchtung der hinteren Linse gegen den Glaskörper. Im schmalen Büschel ist die Diagnose leicht zu stellen. Die Spitze des Kegels liegt am hinteren Pol, die Grenze der Basis intermediär. In der Umgebung der Basis entsteht ein Ringreflex, ähnlich wie in der Hornhaut bei Keratitis disciformis. Kombination mit angeborener Katarakt ist häufig. Die Ansatzstelle der Hyaloidea lag im Falle Riedels nasal von der Kegelspitze, so daß der Lentikonus nicht durch Zug dieser Arterie entstanden sein kann. Vogt betont in seinem Falle, der durch eine eigene Beobachtung bestätigt werden kann, daß der Embryonalkern normal war. Der Lentikonus kann daher kaum im fötalen Leben entstanden sein.

Die Cataracta zonularis ist nicht in allen Fällen angeboren. Sicher angeboren ist die Cataracta zentralis, die man als eine sehr 116
früh entstandene Cataracta zonularis auffassen kann. Sie besteht wie die Zonularis aus feinen, dicht beieinander stehenden Trübungen in der zentralen Zone des Embryonalkernes. Die Ausdehnung und Dicke dieser Katarakt ist gering. Bei Durchleuchtung mit dem Augenspiegel tritt sie als eben sichtbare kreisrunde Trübung in der Mitte der Linse hervor. Vogt beschreibt ähnliche Starformen im Bereich der vorderen Embryonalnaht. In einem Falle fand sich eine Ringform.

Die Zonularkatarakt bietet an der Spaltlampe ein wechselvolles Bild. Bemerkenswert ist, daß auch die von der Trübungsschicht eingeschlos- 117
senen Linsenteile untersucht werden können. Sie können durchsichtig oder auch fein punktförmig getrübt sein. Nicht gerade selten beobachtet man zwei voneinander getrennte Trübungsschichten. Eine Kombination mit Polstaren ist relativ häufig, seltener sind gleichzeitige Nahttrübungen.

Die „Reiterchen“ entstehen nach Vogt ebenfalls infolge Abdrängung durch normale Linsenfasern. In einzelnen Fällen sieht man innerhalb der Katarakt den Reiterchen gegenüber radiär gestellte durchsichtige Spalten. Form und Dichte der Reiterchen sind sehr verschieden. Gelegentlich kommt ein starkes Überwiegen der Reiterchen zur Beobachtung, so daß ihnen gegenüber die punktförmigen Trübungen stark zurücktreten.

Daß manche Fälle von Cataracta zonularis postembryonal entstanden sind, beweist einmal ihre im schmalen Büschel festzustellende Tiefenlage und besonders deutlich die Kombination mit Nahttrübungen, die ihrer Form nach in den Alterskern gehören.

Als sehr seltene angeborene Linsentrübung ist die zuerst von Vogt, später von Cords beobachtete Spießkatarakt zu erwähnen, die wahrscheinlich aus Tyrosinkristallen besteht. Ihre Anordnung steht in keiner Beziehung zum anatomischen Bau der Linse.

121 Ebenso selten ist die Cataracta floriformis (Koby, Vogt, eigene Beobachtungen). Sie setzt sich aus multiplen ringförmigen, etwas länglichen Trübungen zusammen. Diese liegen axial dichter und zeigen in ihrer Anordnung eine Anlehnung an die Nahtsysteme. Im durchfallenden Licht sind sie nicht sichtbar, ihre Farbe ist bläulich-weißlich bis gelb. Koby fand die Katarakt an der vorderen und hinteren Embryonalkernoberfläche. Im selbst beobachteten Falle lagen die Trübungen nur an der vorderen Alterskernoberfläche, Vogt fand sie ebenfalls an der vorderen Alterskernoberfläche. Nach letzteren Befunden müßte sie daher zu den postembryonalen, früherworbenen Katarakten gerechnet werden.

Früh erworbene Starformen.

Bei der Beschreibung der Cataracta zonularis wurde bereits erwähnt, daß sie nicht immer angeboren, sondern in einzelnen Fällen in den ersten Lebensjahren entstanden ist. Kombination zwischen angeborener und früh erworbener Zonularkatarakt ist in manchen Fällen gleichzeitig zu beobachten. Der Beweis, daß eine Zonularis im postembryonalen Leben entstanden ist, ergibt sich zunächst aus ihrer Lage außerhalb des Embryonalkernes. Diese Entscheidung ist aber nicht in jedem Falle absolut sicher zu treffen. Liegen Trübungsschicht und periphere Embryonalkernzone dicht beieinander, so sind sie, auch im schmalen Lichtbüschel, meist nicht genau voneinander zu trennen. Schon bei der Besprechung des Spaltlampenbildes der normalen Linse wurde darauf hingewiesen, daß in vielen Fällen die periphere Embryonalkernzone nur sehr undeutlich oder sogar überhaupt nicht abgrenzbar ist. Sicher postembryonal erworben sind Fälle von Cataracta zonularis mit Nahttrübungen, deren Bau der Naht des Alterskernes entspricht.

Nach eigenen Beobachtungen treten Reiterchen meist um so zahlreicher auf, je später die Entstehungszeit der Cataracta zonularis festzulegen ist. Es ist bekannt, daß die Cataracta zentralis, die zur Zonularis gerechnet werden kann, keine Reiterchen besitzt. Ähnliches sehen wir meist auch bei der Katarakt im zentralen Embryonalkern. Dagegen werden Zonularkatarakte mit reichlicher Reiterchenbildung fast nur im peripheren Embryonalkern gefunden. Die seltenen, nahezu ausschließlich aus Reiterchen bestehenden Stare wurden in den eigenen Fällen nur auf der peripheren Embryonalkernoberfläche und in den tiefsten Alterskernschichten angetroffen.

Die häufigste früherworbene Starform ist die Cataracta coronaria. Unter dieser Bezeichnung sind Linsenveränderungen zusammengefaßt, die nach Entstehungszeit und Tiefenlage zusammengehören. Je nach dem Grade der Entwicklung treten Unterschiede in ihrem Aussehen hervor. Die seit langem bekannten Namen Cataracta coerulea und punctata bezeichnen Stare dieser Gruppe.

Die Cataracta coronaria bildet eine kranzförmige Trübung in der 118
Peripherie der Linse. Da sie die oberflächlichen Rindenschichten nicht erreicht, bleibt stets eine Zone in der äußersten Peripherie frei. Die Trübungen liegen stets außerhalb des Embryonalkernes. Bei schwacher Entwicklung liegen sie in den mittleren und äußeren Schichten des Alterskernes, bei starker reichen sie auch in die tieferen Rindenschichten hinein.

Die Katarakt beginnt in der Peripherie mit einer kranzartig angeordneten Trübung, die sich aus keulenförmigen, radiärgestellten Gebilden zusammensetzt. Die axialwärts gerichteten Enden sind rundlich erweitert und scharf begrenzt, die periphere Begrenzung dagegen ist ziemlich unscharf. Getrennt hiervon finden sich in der Peripherie konzentrisch verlaufende weiße Linien. Die Trübungen schreiten in konzentrischer Tiefenlage axialwärts fort. In den mehr axial gelegenen Linsenteilen treten rundliche, längliche oder auch ringförmige Trübungen auf.

Ein Charakteristikum dieser Starform ist die geringe sagittale Dicke. Selbst bei reichlicher Entwicklung von Trübungen kann die Linse im durchfallenden Licht klar erscheinen. Auch eine typische Farbenerscheinung ist nach Vogt auf die Zartheit der Trübungsschichten zurückzuführen. Im direkten Licht erscheinen nämlich die Trübungen bläulichgrün, im durchfallenden 119
dagegen bräunlich. Nimmt ihre sagittale Dicke zu, so hört dieses Farbenspiel auf, die bläuliche Farbe verschwindet und macht der grauweißen Platz, gleichzeitig verschwindet auch der bräunliche Farbton im durchfallenden Licht.

Diese Starform galt früher als selten. Nach statistischen Erhebungen von Vogt und seinen Schülern findet sie sich jedoch bei 25% aller Menschen. Die

Cataracta coronaria beginnt in der Pubertätszeit, nur selten schon früher. Sie schreitet dauernd fort, aber in einem so langsamen Tempo, daß es in den allermeisten Fällen nicht zu ernstlichen Sehstörungen kommt. In höherem Alter kommt es aber oft zur Kombination mit anderen senilen Staren. In jüngeren Jahren wird dagegen nur in ganz seltenen Fällen die Entfernung einer Linse wegen einer Cataracta coronaria notwendig. Nach Vogt sollen bei solchen stark fortgeschrittenen Koronarkatarakten der Jugendlichen Wasserspalten in der Linse ein konstanter Befund sein. In einem selbstbeobachteten Falle wurde bei einem 22jährigen Mädchen wegen doppelseitiger Cataracta coronaria (punctata) mit S = $^1/_{10}$ die Staroperation notwendig. Es bestanden weder Wasserspalten, noch eine sonstige nicht zur Cataracta coronaria zu rechnende Linsenveränderung.

Als Cataracta dilacerata wurde von Vogt eine seltene Starform bezeichnet, die den tieferen Alterskerngebieten, besonders der axialen Zone angehört. Sie besteht aus fetzigen, durchlöcherten, flächenhaften Trübungen und ist oft mit embryonaler Nahtkatarakt oder auch Koronarkatarakt vergesellschaftet. Ihre Genese ist noch unklar. Wahrscheinlich gehört sie zu den früh erworbenen oder auch zu den angeborenen Staren.

Zu erwähnen ist noch, daß wohl keine normale Linse bei genauer Untersuchung vollkommen frei von feinsten, postembryonal entstandenen Trübungen ist. Sie liegen in Rinde und Alterskern und bestehen aus einzelnen, weißlichen, punktförmigen Trübungsherdchen. Auch strichförmige, meist spiralig-gewundene Formen kommen vor, letztere besonders im Alterskern. In manchen Fällen
120 kommen solche Punkt- oder Schlierentrübungen in auffallender Menge vor, ohne jedoch stärkere Sehstörungen zu machen. Sie sind anscheinend nicht progredient.

Senile Veränderungen.

Mit dem Alter nimmt die Deutlichkeit der Diskontinuitätszonen zu. Sie betrifft vor allem die hintere periphere Embryonalkernoberfläche und die Alterskernzone.

Der Alterskern, der etwa zur Pubertätszeit an der Spaltlampe abgrenzbar ist, ist nicht identisch mit dem, was man bisher klinisch unter dem Alterskern verstand. Dieser, durch fortschreitende Sklerose der Linse entstehende wasserarme, feste Teil kann im höheren Alter die gesamte Linse umfassen. Jenseits des 60. Lebensjahres ist die Sklerose der Linse im allgemeinen eine totale, d. h. der früher sogenannte Alterskern hat sich bis zur Linsenkapsel ausgedehnt. An der Spaltlampe sind aber an einer solchen Linse sämtliche Diskontinuitätszonen mit unveränderter Deutlichkeit nachweisbar. Die Sklerose der Linse ist demnach an der Spaltlampe nicht ohne weiteres zu erkennen.

Dagegen ist bei direkter Beleuchtung leicht die im Alter zunehmende diffuse innere Reflexion der Linse zu erkennen. Schon an anderer Stelle wurde darauf hingewiesen, daß der Grad der inneren Reflexion kein Maß für die Lichtdurchlässigkeit ist. Die Diagnose einer beginnenden Cataracta nuclearis ist daher, wenigstens bei geringer Erfahrung an der Spaltlampe, stets mit dem Augenspiegel zu kontrollieren. Der Grad dieser Zunahme ist individuell sehr verschieden. Stets ist das zentrale Intervall am wenigten beteiligt.

Parallel der Vermehrung der inneren Reflexion geht die Gelb- bis Braunfärbung der Linse. Auch sie ist individuell stark verschieden. Von hellgelblicher Lackfarbe kann es bis zu dunkel-burgunderroter Farbe kommen. Im optischen Schnitt scheint die Sättigung der Farbe von vorn nach hinten zuzunehmen, so daß die hintere Rinde am stärksten gefärbt erscheint. In Wirklichkeit sind die zentralen Linsenteile am stärksten betroffen. Bevor aber die von der hinteren Rinde ausgehenden Lichtstrahlen in unser Auge gelangen, müßten sie durch die gesamte Linse hindurchtreten. Die scheinbare Farbverteilung ist hierdurch erklärt. Die extremsten Grade der Braunfärbung sind identisch mit der Cataracta nigra. 126

Die Oberfläche des Alterskernes tritt im höheren Alter an der Spaltlampe einmal durch das Deutlicherwerden seiner Diskontinuitätszone, dann aber auch durch eine besondere Veränderung seiner Oberfläche wesentlich deutlicher hervor. Letztere besteht in einer Reliefbildung, durch welche die Nähte als Firsten rindenwärts vorgebuckelt werden. Außerdem treten vielgestaltige höckerige Prominenzen zutage. Von der Realitat dieser Bildungen kann man sich an der Spaltlampe leicht überzeugen. Läßt man z. B. das Licht unter einem flachen Winkel auf die Oberfläche des Alterskernes fallen, so erkennt man leicht den Schlagschatten, den die prominenten Stellen erzeugen. Auch an der Rückfläche des Alterskernes entstehen die gleichen Veränderungen. Am stärksten sind sie stets in den axialen Teilen entwickelt, weniger ausgesprochen in den peripheren. Während die Reliefbildung an den Alterskernoberflächen in höherem Alter ziemlich häufig festzustellen ist, gehört sie an den Embryonalkernoberflächen zu den selteneren Befunden. Sie erreichen hier auch nur einen geringeren Grad, betreffen nur die Ypsilonnähte. Isolierte Prominenzen fehlen. 122, 123

Als ziemlich regelmäßig zu findende Altersveränderung wurden schon die Chagrinkugeln genannt. 102

Die bisher geschilderten senilen Veränderungen der Linse machen, abgesehen von der Cataracta nigra, keinerlei nachweisbare Sehstörung und stehen auch, soweit unsere bisherigen Kenntnisse reichen, in keiner Beziehung zur Kataraktbildung. Ihre Kenntnis hat daher nur insofern eine klinische Bedeutung, als sie uns vor einer Verwechslung mit beginnender Katarakt schützt.

Die Cataracta senilis.

Nach unserer heutigen Auffassung gehört auch die Cataracta senilis zu den rein senilen Linsenveränderungen. Die Spaltlampe hat uns gelehrt, daß schon in relativ frühen Jahren bei sonst normalen Augen häufig Linsenveränderungen vorkommen, die als senile Katarakt aufzufassen sind. In späteren Jahren werden völlig normale Linsen immer seltener. Ein besonders häufiger Befund ist das pathologische Eindringen von Wasser in die Linse, in Form subkapsulärer Vakuolen, lamellärer Zerklüftung und Wasserspalten. Aber auch echte, durch molekularen Zerfall der Linsenmassen entstandene Trübungen sind nicht selten. Nicht in allen Fällen dieser Art bestehen nennenswerte Sehstörungen und die weitere Entwicklung dieser Veränderungen kann so langsam vor sich gehen, daß eine Operation nicht in Frage kommt. Die gleichen Veränderungen können aber auch wesentlich schneller zu einem ausgedehnten Linsenzerfall führen. Wir können daher bei geringfügigen Anfängen, wie sie nur die Spaltlampe aufdeckt, durchaus nicht in jedem Falle entscheiden, ob es früher oder später zu stärkeren Sehstörungen kommen wird. Man wird deshalb bei geringer Erfahrung mit der Spaltlampe dem Patienten gegenüber mit der Mitteilung der Diagnose „grauer Star" zurückhaltend sein müssen.

Nicht nur wegen der geschilderten rein graduellen Unterschiede können wir die Cataracta senilis als Alterserscheinung auffassen. Gerade die Erforschung vielgestaltiger einzelner Kataraktformen an der Spaltlampe gibt uns, worauf Vogt wiederholt und ausdrücklich hingewiesen hat, eine sichere Handhabe, exogene Ursachen für die Kataraktgenese abzulehnen. Exogen entstandene Katarakte, die complicata, diabetica, electrica u. a., zeigen einen besonderen, von der senilis durchaus verschiedenen Typ. Als wesentlichster Unterschied sei schon jetzt der subkapsuläre Beginn dieser besonderen Formen genannt.

Die Einteilung der senilen Katarakte erfolgt am zwanglosesten nach dem anatomischen Bau der Linse. Jede Schicht hat ihre durchaus spezifischen Starformen. Auch hinsichtlich der zeitlichen Entstehung und der Schnelligkeit ihres Fortschreitens bestehen zwischen den einzelnen Formen gewisse Unterschiede.

124, 125 Die Cataracta nuclearis beginnt mit einer erheblichen Zunahme der diffusen inneren Reflexion im zentralen Embryonalkern. Die ersten Veränderungen treten stets in unmittelbarer Nachbarschaft des zentralen Intervalls auf. Dieser selbst bleibt relativ lange unverändert und schimmert auch bei weiterer Entwicklung des Kernstares oft noch als dunkle, optisch leere Masse durch. Der Kernstar schreitet gleichmäßig nach allen Seiten fort, umfaßt bald

auch den peripheren Embryonalkern und rückt in den Alterskern vor. Die Oberfläche des Alterskernes erreicht er aber nur in Ausnahmefällen.

Die Trübung des Kernstares ist vollkommen homogen. Auch bei stärkster Vergrößerung ist sie an der Spaltlampe nicht in Einzelheiten aufzulösen. Nur die Ypsilonnähte treten oft als hellgrau, weiße Linien deutlich hervor. Die Diskontinuitätszonen verschwinden innerhalb der getrübten Partie.

Kombinationen des Kernstares mit Rindenstaren sind häufig. Isolierte Kernstare kommen aber ebenfalls oft vor. Sie weisen dann meist eine stärkere Braunfärbung des Kernes auf (Cat. brunescens), deren extremster Grad die Cataracta nigra ist.

Bei der intensiv dunkelbraunen Färbung der Cataracta nigra dringt 126
das Lichtbüschel der Spaltlampe nur wenig in den Alterskern hinein. Die vordere Embryonalnaht kann eben noch als helleres Liniensystem sichtbar bleiben. Am stärksten, bis zum ausgesprochenen Schwarzbraun, ist der Embryonalkern gefärbt. Nach der Peripherie geht die Farbe von Braunrot zu einem Gelblichgrün im Gebiet der Alterskernoberfläche über. Die Rinde ist normal gefärbt, und kann auch in den späteren Stadien der Katarakt frei von Trübungen sein. Gelegentlich kommen auch Rindenstare hinzu, allerdings nur im Frühstadium ihrer Entwicklung. Eine totale Rindentrübung ist m. W. bisher nicht beobachtet.

Die Rindenstare lassen sich in zwei Gruppen einteilen. Die erste umfaßt die pathologische Wasseraufnahme und ihre Folgen, die zweite die primären Trübungen.

Die Kenntnis der bei weitem häufigsten Form der Wasseraufnahme, der Wasserspalten und ihre wichtigen Beziehungen zur Kataraktgenese ist 127, 128
durch die Spaltlampe grundlegend gefördert worden. Die zunächst mit optisch leerem, klarem Inhalt gefüllten Wasserspalten sind am besten im maximal verengten, fokal eingestellten Lichtbüschel sichtbar. Dabei ist es vorteilhaft, den 129, 130, 131
Winkel zwischen Beobachtungs- und Beleuchtungsrichtung möglichst groß zu wählen. Die Wasserspalten bieten bei dieser Einstellung einen überraschenden Anblick. Innerhalb der grau aufleuchtenden Rinde erscheinen dunkle, scharf begrenzte Defekte von vielfältiger, z. T. phantastischer Gestaltung. Es sind die jeweils vom optischen Schnitt getroffenen Querschnitte der Wasserspalten. Ihr Inhalt ist anfangs optisch leer, ihre Wände relativ glatt. Die angrenzende Rinde zeigt meist eine starke Vermehrung der diffusen inneren Reflexion. Später ändert sich die Beschaffenheit der Wände. Sie werden stark zerklüftet und erscheinen wie angenagt.

Die Wasserspalten kommen der Tiefenlage nach in allen Schichten der Rinde vor. Sie beginnen durchaus nicht, wie früher angenommen (v. Heß

u. a.), stets direkt unter der Kapsel, vielmehr sind die mittleren und tieferen Rindenschichten bevorzugt. Nicht jede Wasserspalte erreicht die Kapsel.

Je nach dem Verlauf der Wasserspalten kann man zwei verschiedene Typen unterscheiden. Der erste entsteht durch das Auseinanderweichen der Rindennähte. Kürzere oder längere Stücke eines Nahtastes können dadurch in eine Wasserspalte verwandelt sein. Gelegentlich können große Teile des gesamten Nahtsystems betroffen sein, so daß es mit großer Deutlichkeit hervortritt (Klaffen der Rindennähte). Die zweite Gruppe entsteht durch Auseinanderweichen von Faserlamellen. Man erkennt an ihnen oft, daß es sich um ein gewaltsames Auseinanderdrängen handelt. Einzelne Fasergruppen ziehen nämlich quer durch die Wasserspalten hindurch und rufen so Bilder hervor, die einem der Länge nach auseinandergerissenen Holzscheit ähnlich sind.

Der anfangs klare Inhalt der Wasserspalten trübt sich später und zwar
132, 133 durch das Auftreten von Myelintröpfchen. Die Tropfennatur ist im durchfallenden Licht sichtbar. Es entsteht eine Trübung im Bereich der Spalte. Unter
134 Zunahme dieser Trübung entsteht die bekannte speichenförmige Rindentrübung. An der Spaltlampe erkennt man manchmal, daß die Speichentrübung
135, 136 die frühere Wasserspalte nicht völlig ausfüllt, sondern einen etwas geschrumpften Ausguß darstellt. Durchziehende Linsenfasern, erzeugen ein charakteristi-
137 sches, spiralig angeordnetes System dunkler Linien.

Wasserspalten können nur in nicht sklerotischen Linsenteilen auftreten. Sie finden sich demnach in erster Linie in der Rinde und dringen nur selten bis in die oberen Alterskernschichten vor. Die vordere Rinde ist stark bevorzugt, doch kommen sie auch in der hinteren Rinde vor, gelegentlich sogar nur in dieser.

Reichliche Wasserspalten verursachen eine Zunahme des Linsenvolumens.
138 Die Cataracta intumescens ist ein besonders charakteristischer Typ dieser Art. Neben Wasserspalten besteht hier eine diffus verteilte Wasseraufnahme zwischen die Lamellen. Die Trübung entsteht durch das Auftreten von Myelintröpfchen. In späteren Stadien geht die Wasseraufnahme zurück. Die Linse kann ihr altes Volumen erreichen, der Kapselsack erhält dann ebenfalls seine frühere Ausdehnung wieder.

Die Wasserspalten gehören zum häufigsten Befund bei der senilen Katarakt. Kombination mit anderen Startypen ist die Regel. Isolierte Wasserspalten kommen höchstens in 10% der Fälle vor.

Die Häufigkeit der Wasserspalten geht aus einer Statistik Pfeiffers hervor. Bei 111 Personen fast ausschließlich jenseits der 40. Lebensjahres fand er eine Prozentzahl von 27,93%, bei 84 Personen jenseits des 50. Lebensjahres sogar = 36,90%.

In den mittleren und tiefen Rindenschichten gibt es noch eine zweite Form der Wasseraufnahme, die lamelläre Zerklüftung (Vogt). Sie ist 140, 141
ebenfalls in senilen Linsen ein häufiger Befund und steht in engster Beziehung zur Starbildung. Als isolierte Veränderung kommt sie anscheinend nur in Ausnahmefällen vor, meist finden sich gleichzeitig andere Rindenstarformen, besonders oft die später beschriebene Cataracta cuneiformis.

Die lamelläre Zerklüftung erscheint an der Spaltlampe als ein System parallel zueinander verlaufender, feinster, gerader Linien. Bei stärkerer Vergrößerung erkennt man, daß hellere Linien mit dunklen abwechseln. So können die Linien in die Faserrichtung übergehen, entsprechend der Verlaufsrichtung der Rabelschen Lamellen. Auch ein Spinnengewebstyp ist nicht selten zu beobachten, der dadurch zustande kommt, daß die Zerklüftungslinien zwischen den radiär verlaufenden Nähten ausgespannt sind. Im allgemeinen sind die Linien sehr zart, doch kommen auch ein gröberer Typ, wenn auch seltener, 142
zur Beobachtung.

Die anatomische Grundlage dieser Veränderung ist nicht völlig geklärt. Vogt konnte aber durch Mazeration die gleichen Bilder in Tierlinsen erzeugen. Danach handelt es sich um Auseinanderdrängen der Lamellen durch Flüssigkeitsaufnahme, also um Veränderungen, die den Wasserspalten entsprechen. Auch hier ist die Trennung der Lamellen nicht immer eine vollständige, vielmehr bleiben oft quere Verbindungen bestehen.

Die lamelläre Zerklüftung betrifft, wie erwähnt, in der Hauptsache die mittleren und tieferen Rindenschichten, selten die Oberfläche des Alterskernes. Mehrere Systeme mit verschiedener Verlaufsrichtung können voreinander liegen. Die vordere Rinde ist, wie bei den Wasserspalten stark bevorzugt. Die hintere Rinde ist etwa in einem Drittel der Fälle betroffen. Schild fand die lamelläre Zerklüftung bei 111 Personen erst jenseits des 50. Lebensjahres und zwar im fünften Lebensjahrzehnt in 7,14%, im 6. in 18,03%, im 7. in 31,88% und im 8. in 50,00%.

Als dritte und letzte Form der Wasseraufnahme sind die subkapsulären Vakuolen zu nennen. Vereinzelte Vakuolen findet man am leich- 143
testen im indirekten, durchfallenden Licht unter Verwendung des Lochbüschels. Bei direkter, fokaler Beleuchtung hat jede Vakuole je einen scharf begrenzten kleinen Reflex an ihrer Vorder- und Hinterfläche, deren Auftreten das Vorhandensein echter Vakuolen beweist. Sind Vakuolen in größerer Zahl vorhanden, so ist der vordere Linsenchagrin verändert.

Einzelne Vakuolen kommen in sonst normalen Linsen schon in relativ frühem Lebensalter zur Beobachtung und können viele Jahre stationär bleiben. Als fast regelmäßiger Befund gehören sie zu allen Formen des Altersstares.

Sie nehmen mit zunehmender Reife an Zahl erheblich zu. Bei reifer Katarakt nehmen sie die ganze Vorderfläche der Linse ein. Vogt wählte hierfür die Be-
144 zeichnung „subkapsuläre Vakuolenfläche". Sie kommt ebenfalls wie einzelne Vakuolen unter vorderer und hinterer Kapsel vor.

Zur zweiten Hauptgruppe der Rindenstare gehören die primären Zer-
145, 146 fallsformen. Als erster Typ sei die Cataracta cuneiformis genannt. Sie ist meist mit lamellärer Zerklüftung, oft auch mit anderen Startypen vergesellschaftet und gehört hauptsächlich den mittleren, selten den tieferen Rindenschichten an. Ebensowenig wie die Zerklüftung findet man sie direkt subkapsulär und in den oberflächlichen Rindenschichten. Sie beginnt in der Peripherie und besteht aus flächenhaften, meist keilförmigen Trübungen, die in konzentrischer Schicht allmählich axialwärts fortschreiten. Die Trübung ist ziemlich dicht und hat daher im direkten Licht eine leuchtend weiße Farbe. Die Grenze gegen die normale Linse ist scharf. Eine Verwechslung mit der Cataracta coronaria ist durch Dichte und Farbe und auch durch die Form der Trübungen ausgeschlossen. Vordere wie hintere Rinde werden von dieser Starform betroffen. Liegen die Trübungen in der hinteren Rinde, so erscheinen sie durch Beimischung der gelblichen Farbe des Kernes ebenfalls gelblich. Am häufigsten findet man die Cataracta cuneiformis in den inneren und unteren Teilen der Linse. Gelegentlich kann es auch zu einem mehr oder weniger geschlossenen Kranz kommen.

147, 148 Die senilen punkt- und staubförmigen Trübungen betreffen die ganze Rinde, besonders die tieferen Schichten. Die subkapsuläre Zone zwischen Kapsel und Abspaltungsstreifen ist meist nicht beteiligt. In den axialen Teilen ist die Trübung am dichtesten, äquatorialwärts nimmt sie allmählich ab. Gelegentlich findet man auch ein umgekehrtes Verhalten. Die Trübungen werden am Äquator dichter und bilden hier die konzentrische periphere Schichttrübung, die ebenfalls ausschließlich auf die Rinde beschränkt ist. Diese Katarakt setzt sich aus vielgestaltigen kleinsten Herdchen von verschiedener Größe zusammen. Neben einzelnen größeren findet man alle Übergangsstadien bis zu feinstem Staub. Die Farbe ist grauweiß. Die Katarakt findet sich nur im höheren Alter, meist kombiniert mit anderen Starformen. Besonders oft ist sie bei Linsen mit Cataracta coronaria. Isolierte punkt- und staubförmige Trübungen machen nur bei reichlicher Entwicklung deutliche Sehstörungen.

149, 150 Die Kenntnis der hinteren schalenförmigen Katarakt ist besonders wichtig, da sie leicht mit einer Cataracta complicata verwechselt werden kann. Die Unterscheidung dieser beiden Formen ist auch an der Spaltlampe manchmal nicht ganz leicht. Die Katarakt beginnt in den axialen Rindenschichten direkt unter der Kapsel. Sie schreitet konzentrisch fort, mit

scharfen Grenzen gegen die normale Linse. Bei direkter Beleuchtung ist ihre Farbe kristallinisch weiß, mit mehr oder weniger gelblichem Ton durch Beimischung der Farbe des Linsenkernes. Durch meist reichlich entwickelte Vakuolen erhält die Katarakt ein siebartiges durchlöchertes Aussehen. Sie können aber auch ganz oder in einzelnen Teilen der Trübung fehlen.

Diese Kataraktform macht schon frühzeitig sehr erhebliche Sehstörungen, auch schon zu einer Zeit, in der mit dem Augenspiegel kaum Linsenveränderungen zu erkennen sind. Ihre Weiterentwicklung ist im allgemeinen eine sehr langsame. Kombination mit anderen senilen Startypen ist die Regel und zwar findet man meist äquatorial gelegene periphere Trübungen mit ebenfalls geringer Tendenz zum Fortschreiten. Infolge der starken Sehstörungen müssen solche Katarakte durchweg in völlig immaturem Zustand operiert werden, wenn man nicht vorzieht, durch Massage eine Reifung zu erzielen.

Ein seltener seniler Star ist die vordere Rindennahtpunktierung. Sie setzt sich aus zahlreichen feinen weißlichen bis bräunlichen Punkten zusammen, die ausschließlich auf das Gebiet der vorderen Rindennaht beschränkt bleiben und das Nahtsystem auf das schönste hervortreten läßt. Der Tiefenlage nach gehört sie in die oberflächlichen Rindenschichten. Sie beginnt axial, die peripheren Nahtäste bleiben meist verschont. Als isolierte Veränderung macht sie keine Sehstörung. Sie ist aber als seniler Startyp aufzufassen und meist mit anderen Formen vergesellschaftet. 151, 152

Kleine farbige, ihrer chemischen Natur nach nicht bekannte Kristalle kommen in jugendlichen und senilen Linsen häufig zur Beobachtung. Cholesterinkristalle sieht man nicht selten bei Cataracta senilis, namentlich bei Überreife. Sie sind an der Form leicht zu erkennen und deutlich entsprechend dem Faserverlauf angeordnet. Sie können gelegentlich in großer Menge vorhanden sein und geben ein schönes Farbenspiel, ähnlich glitzerndem Christbaumschmuck. Im allgemeinen dürfte das Cholesterin durch Zerfall des Linseneiweißes frei geworden sein. 153, 154

Kapselveränderungen sind bei den senilen Staren nur im Stadium der Überreife zu beobachten. Bei starker Schrumpfung der Linse kommt es zu echten Kapselfalten, die uns erst die Spaltlampe aufgedeckt hat. Sie haben ihre charakteristischen Reflexstreifen, die aber im direkten Licht vor den hellweiß aufleuchtenden Linsenmassen schwer zu sehen sind. Bessere Resultate bietet das durchfallende Licht. 155

Eine noch nicht völlig geklärte, sehr seltene Linsenveränderung wurde an der Spaltlampe von Vogt näher analysiert. Es handelt sich um eine Abspaltung der vorderen Kapsellamelle in Form eines bläulichen Häutchens, das innerhalb des Pupillargebietes erscheint, gleichzeitig mit eigenarti- 156, 157

gen filzigen Auflagerungen am Pupillarsaum. Die Veränderung wurde bisher nur bei hochbetagten Patienten, etwa jenseits des 65. Lebensjahres gefunden. Vogt glaubt an einen Zusammenhang mit chronischem Glaukom. Bei zwei selbst beobachteten Fällen bestand kein Glaukom, auch Handmann fand keine solchen Beziehungen. In Anfangsstadien sieht man kleine Flöckchen, durch das Pupillenspiel zu kleinen Röllchen zusammengedreht. Später entwickelt sich eine deutliche Lamelle, deren Ränder umgekrempelt sein können. Wahrscheinlich ist die Abspaltung feinster Kapselschichten die primäre Veränderung, durch die auch die filzigen Auflagerungen am Pupillarsaum entstehen. Ob eine stärkere Depigmentation der Iris eine Vorbedingung für die Entstehung des Krankheitsbildes ist, bleibt weiter zu klären. Vogt fand eine auffällige Rigidität der Iris gegen Mydriatica.

Die Cataracta secundaria.

Nach Entfernung der Linse in der Kapsel sieht man an der Spaltlampe den Glaskörper hernienartig in das Pupillargebiet hineinragen. Dabei beobachtet man nicht selten nach einiger Zeit eine Trübung der vorderen Glaskörperschichten. Nur ausnahmsweise jedoch wird diese so dicht, daß sie ein stärkeres optisches Hindernis darstellt. Bei einem selbstbeobachteten Falle war der Altersstar nach Barraquer operiert worden. Bei normalem Heilverlauf war die Sehschärfe anfangs gut. Nach 4 Wochen trat jedoch unter zunehmender Verdichtung der vorderen Glaskörperschichten eine starke Sehverschlechterung auf. Trotz wiederholter Durchschneidung dieses „Nachstares" konnte eine brauchbare Sehschärfe nicht erzielt werden.

Sehr wechselvoll ist das Bild des Nachstares nach der häufiger geübten Art der Staroperation unter Zurücklassung eines Teiles der Linsenkapsel. Gerade bei Untersuchung des Nachstares zeigt die Spaltlampe ihre klinische Bedeutung und große Überlegenheit über andere Methoden. Die Wahl des Zeitpunktes und der Operationsmethode ist durch die Untersuchung an der Spaltlampe in viel exakterer Weise zu treffen als bisher.

Zunächst können mehr oder weniger reichliche Rindenreste zurückgeblieben sein. Sie sind an der Spaltlampe als solche unschwer zu erkennen. Durch Wasseraufnahme sind sie oft stark gequollen und erscheinen als lockere, weißlichgraue Massen. Der Aufbau aus Fasern ist deutlich zu erkennen. Die Resorption solcher Linsenreste ist ebenfalls genau zu verfolgen. Sie erfolgt im allgemeinen, auch bei Jugendlichen, sehr langsam. Man kann an der Spaltlampe leicht entscheiden, ob eine Ablassung der Linsenreste nach Eröffnung der vorderen Kammer mit der Lanze zu empfehlen ist. Dabei ist uns eine wei-

tere, nur an der Spaltlampe mögliche Feststellung besonders wertvoll, nämlich ob eine Glaskörperhernie in die vordere Kammer besteht oder nicht. Ist eine solche vorhanden, so empfiehlt sich ein schonendes Vorgehen, eventuell die Anlegung einer Zügelnaht in die Sehne des Rectus superior nach Elschnig, Axenfeld.

Der Kapselnachstar ist an der Spaltlampe stets genau zu beurteilen, auch 158
in Fällen, bei denen andere Untersuchungsmethoden versagen. Die hintere Kapsel erscheint im direkten Licht (schmales und breites Büschel) als dünnes, durchsichtiges Häutchen. Seine Oberfläche ist auch im direkt reflektierten Licht zu untersuchen. Meist bestehen an verschiedenen Stellen Verwachsungen mit dem Pupillarsaum und es entsteht daher eine ungleichmäßige Spannung. Hierdurch erklären sich die oft in großer Zahl vorhandenen feinen Traktionsfalten. Sie zeigen die bekannten doppelten Reflexlinien. In ihrem Bereich sind oft starke Interferrenzerscheinungen sichtbar. Es überwiegen dabei die roten und grünen Farben.

Ein nennenswertes optisches Hindernis stellt die hintere Kapsel nur in Fällen dar, bei denen es durch Verkalkung von Rindenresten oder durch entzündliches Exsudat zu einer Verdickung kommt. Diese pflegen besonders stark zu sein, wenn der Heilverlauf nicht völlig glatt war. Es kann in seltenen Fällen eine derbe, feste Platte entstehen. Häufiger sind partielle Verdickungen mit Strangbildungen. Die Beurteilung solcher Nachstare an der Spaltlampe ist für die Wahl der Operationsmethode besonders wichtig. Es läßt sich meist sicher entscheiden, ob eine einfache Nachstardiszission zum Ziele führen kann oder kompliziertere Methoden nötig sind.

Reste der vorderen Kapsel sind ebenfalls oft festzustellen. Sie liegen in den peripheren Teilen des Pupillargebietes und werden meist erst nach Pupillenerweiterung sichtbar. Ein optisches Hindernis bedeuten sie meist nicht, auch dann nicht, wenn sie zu derben weißlichen Platten und Strängen verdickt sind.

Die Kapselreste sind oft mit Pigmentzellen besetzt. Es genügt zu einer solchen Ausstreuung von Pigmentepithelien schon der starke mechanische Reiz, den die Operation setzt. Reichlicher tritt sie natürlich nach entzündlichen Reizungen auf. Neben feinstem Pigmentstaub findet man kugelige und unregelmäßige größere Pigmentklumpen, Bilder, die uns von der Iridozyklitis geläufig sind.

Der regeneratorische Nachstar, anatomisch als Soemmering- 160
scher Kristallwulst bekannt, wird seit Benutzung der Spaltlampe sehr oft beobachtet. Er erscheint in Form der verschieden großen durchsichtigen Kugeln, mit typischem, hellem Reflex an der Vorder- und Rückfläche. Sie liegen in großer

Zahl dicht beieinander, so daß froschlaichähnliche Bilder entstehen. Nach Operation des Altersstares nehmen sie nur einzelne Teile des Pupillargebietes ein. Nach Operation des jugendlichen Stares können sie dagegen nicht selten das gesamte Pupillargebiet ausfüllen. Sie hängen dabei traubenartig aus dem Kapselsack in die vordere Kammer hinein. Anatomisch handelt es sich um Wucherungsvorgänge der Linsenepithelien. Der Aufbau der Kugeln aus Linsensubstanz ist u. a. durch die Untersuchung der Fluoreszenz an der Ultraviolettspaltlampe (Thiel) bewiesen. Der regeneratorische Nachstar bedeutet infolge der unregelmäßigen Lichtbrechung ein starkes optisches Hindernis, das sich durch einfache Diszission meist ohne Schwierigkeit beseitigen läßt.

159 Pigmentnachstare durch Wuchern des Pigmentepithels sind ebenfalls an der Spaltlampe relativ häufig festzustellen. Im allgemeinen handelt es sich um partielle Bildungen, durch die nur kleine, meist periphere Gebiete der Pupille verdeckt werden. Eine geschlossene Pigmentepithelplatte (Brückner), mit ihrer ungünstigen Prognose, ist sehr selten.

In einem selbstbeobachteten Falle war nach Operation eines Altersstares ein netzartiger pigmentierter Nachstar entstanden. Er setzte sich aus feinen sternchenförmigen Gebilden von der Farbe des Irisstromas zusammen. Form und Farbe erinnerten an die sternchenförmigen Reste der Pupillarmembran, so daß die Vermutung nahelag, daß es sich um mesodermale Pigmentzellen handelte.

Nach Diszission des Nachstares gehört die Glaskörperhernie in die vordere Kammer zu den fast regelmäßigen Befunden. Ebenso regelmäßig sind Trübungen des prolabierten Glaskörpers und Anhäufung von Pigmentklümpchen, die sich in Reihen anordnen.

Lageveränderungen der Linse.

166 Normale Zonulafasern sind gelegentlich an der Spaltlampe sichtbar, z.B. nach Iridektomie und bei angeborenem Iriskolobom. Sie sind vollkommen durchsichtig, treten nur infolge stärkerer Lichtbrechung hervor und sind demnach ziemlich schwer genauer zu erkennen. Angeborene und erworbene Lageveränderungen der Linse setzen eine mangelhafte Entwicklung oder erworbene Schädigung des Aufhängeapparates, insbesondere der Zonulafasern voraus.

161 Als geringste Grade der traumatischen Subluxation dürften Fälle betreffen, bei denen es nach Contusio bulbi zu einer oder mehreren kleinen Glaskörperhernien in die vordere Kammer gekommen ist. Sie finden sich am Pupillarsaum und bilden sich anscheinend nicht wieder zurück. Bei mehreren Patienten konnten sie über Jahre hinaus unverändert verfolgt werden. Die Feststellung solcher Glaskörperhernien hat besonders vor intra-

okularen Operationen ihre große klinische Bedeutung. Sie kann Veranlassung zu einer geeigneten Modifikation der Operation geben und damit für das Schicksal des Auges entscheidend werden. Eine Glaskörperhernie in die vordere Kammer ist ohne Verletzung einer Reihe von Zonulafasern nicht denkbar. Die Lageverschiebung kann so gering sein, daß sie dem objektiven Nachweis entgeht. Bei Jugendlichen kann eine Refraktionszunahme und Akkommodationsverminderung die Diagnose stützen.

Bei stärkeren Graden der traumatischen Subluxation erscheint der Linsenrand im (evtl. erweiterten) Pupillargebiet. Das Verhalten der Zonulafasern ist dabei verschieden. Bei geringer Lageverschiebung können 163
die Zonulafasern in den ersten Tagen nach der Verletzung unverändert erscheinen. Man könnte an eine Überdehnung denken oder auch an eine Schädigung am ziliaren Ansatz der Fasern. Stets kommt es nach einiger Zeit zu sekundären degenerativen Veränderungen, die in zunehmender Trübung anfangs streckenweise, später der gesamten Fasern ihren Ausdruck findet. Gleichzeitig erfolgt eine weitere, manchmal enorme Dehnung einzelner Fasern, während andere zerreißen. Die Zerreißung erfolgt meist in der Nähe der Teilungsstelle der Zonulafasern. Das periphere Ende der Faser zieht sich fast regelmäßig hinter die Iris zurück, die zentralen bleiben am Linsenäquator haften, diesen oft wie mit einem Rasen bedeckend. Eine Glaskörperhernie in die vordere Kammer gehört zu den häufigen, wenn auch nicht regelmäßigen Befunden.

Ganz ähnliche Bilder bietet die angeborene Ektopie und spon- 162
tane Luxation der Linse. Auch hier kommt es oft unter zunehmender 164, 165
Dehnung der Fasern zur Zerreißung. Bemerkenswert ist das Verhalten des Glaskörpers, der fast regelmäßig normal gefunden wird. Sinkt die Linse infolge der Schwere nach unten, so findet sie, zwischen Iris und Glaskörpervorderfläche eingekeilt, lange Zeit einen weiteren Halt.

Als neue Beobachtung wurde vom Verfasser die traumatische Ablö- 167, 168
sung der Zonulalamelle beschrieben. Es handelte sich bei der ersten Beobachtung um eine Kontusion mit Subluxation der Linse und Glaskörperhernie in die vordere Kammer. Am Linsenrand fehlte jede Spur von Zonulafasern, die Firsten am Linsenäquator traten auffällig deutlich hervor und zwar infolge Fehlens der Zonulalamelle. Diese war bei Mydriasis im Pupillargebiet als dünne bogenförmige, scharf und glatt begrenzte Membran zu sehen. Die Linse selbst zeigte auch nach Monaten keine Quellungserscheinungen. Ähnliche Beobachtungen konnten in der Folgezeit wiederholt gemacht werden und zwar handelte es sich um traumatische Subluxationen ohne Reste der Zonula am Äquator bei gleichzeitigem stärkeren Hervortreten der Linsenfirsten. Die Zonulalamelle hatte sich hinter die Iris zurückgezogen. Auch konzentrische

Fältelung und partielle Abhebung konnten in einem Falle festgestellt werden. Eine weitere entsprechende Beobachtung wurde neuerdings von Stein mitgeteilt. Es handelte sich um eine beiderseitige, spontane Abhebung der Zonulalamelle, die im Zusammenhang mit Zonulafasern im Pupillargebiet hing. Auch in diesem Falle bestanden keinerlei Quellungserscheinungen der Linse, ein weiterer Beweis, daß die Zonulalamelle ein von der Kapsel verschiedenes Gebilde ist. Neuerdings hat Jeß einen entsprechenden Fall beschrieben: Ablösung der Zonulalamelle, die gleichzeitig mit den Zonulafasern infolge Verkupferung eine intensiv grüne Farbe angenommen hatte. Die Zonulalamelle trat daher besonders deutlich hervor. Aus diesen Befunden geht hervor, daß die Lamelle höchst wahrscheinlich nicht über das Gebiet des Ansatzes der Zonulafasern hinaus geht, also ringförmig ist und nicht auf die Vorder- und Hinterfläche der Linse hinübergreift.

Die Luxation der Linse in den Glaskörper, mag sie traumatisch oder „spontan" entstanden sein, bietet an der Spaltlampe ein relativ einfaches Bild. Die Linse fehlt im Pupillargebiet, eine mehr oder weniger große Glaskörperhernie ragt in die vordere Kammer hinein. Der Glaskörper selbst ist verschieden stark destruiert. Meist bestehen erhebliche Pigmentausstreuungen, besonders in die vorderen Schichten des Glaskörpers hinein. Degenerative Veränderungen in der Iris, die auf eine überstandene Kontusionsverletzung hindeuten, lassen oft weitere Schlüsse über die Genese der Luxation zu. Vom Aufhängeband der Linse ist in diesem Stadium meist nichts zu sehen. Durch sekundäre Veränderungen, namentlich glaukomatöse Zustände, kann sich auch das Spaltlampenbild wesentlich verändern.

Ähnliches gilt von der Luxation der Linse in die vordere Kammer. Die Zonulalamelle kann auch hier ganz oder streckenweise fehlen. Entsprechend findet man mehr oder weniger Reste von Zonulafasern am Äquator der Linse.

Verletzungen der Linse.

Nach Contusio bulbi entsteht in seltenen Fällen eine zarte Trübung
169 der Linsenvorderfläche, meist auf einen Sektor beschränkt. Sie entwickelt sich innerhalb mehrerer Wochen nach der Verletzung und bleibt dann stationär. Je nach Größe und Dichte des Trübungsherdes treten Sehstörungen, meist geringen Grades, auf. An der Spaltlampe erscheint die Linsenkapsel selbst unverändert. Die Trübungen von unregelmäßiger, feinfaseriger Form liegen direkt unter der Kapsel. Im direkten Licht erscheinen sie grauweiß, im durchfallenden dunkelgrau. Wasserbläschen kommen vereinzelt vor. Liegt die Verletzung mehrere Jahre zurück, so kommt es durch Hineinschieben neugebildeter Linsenschichten zu einer Abdrängung der

Katarakt in die Tiefe, zu einer traumatischen Abklatschkatarakt, entsprechend den Bildern bei angeborener Katarakt (Vogt, eigene Beobachtungen).

Die Cataracta traumatica nach Perforation der Kapsel bietet an der Spaltlampe wenig Bemerkenswertes. Die Folge der Kapselverletzung ist eine starke Wasseraufnahme mit ihren von der Schilderung der Cataracta senilis (intumescens) her bekannten Folgen. Bei Jugendlichen können dabei große Wasserspalten auch im Alters- und Embryonalkern entstehen. Klinisch wertvoll ist die an der Spaltlampe sehr genau festzustellende Lage der Kapselperforation oder eines Fremdkörpers. 172

Eine nicht gerade häufige, aber klinisch sehr wichtige Form der Cataracta traumatica betrifft die hinteren axialen Rindenteile. Sie besteht in einer sehr dünnen Trübungsschicht, die gegen die klare Rinde scharf abgegrenzt ist und dicht unter der hinteren Linsenkapsel liegt. Die Form der Katarakt ist sehr charakteristisch und hat zu dem Namen traumatische hintere Rosettenkatarakt Veranlassung gegeben. Die hinteren Rindennähte treten im Trübungsgebiet deutlich hervor, ebenso die Linsenfasern. Die Trübung reicht nicht bis zum Linsenäquator, sondern hört in der intermediären Zone mit feiner, durch die Linsenfasern bedingte Fiederung auf. Es ensteht so das Bild einer Rosette. Die Trübungsschicht ist sehr dünn, am zartesten an den Rändern. Hier erkennt man oft die Zusammensetzung aus feinsten Pünktchen. Die Katarakt entsteht durch Wasseraufnahme unter die Kapsel, in und zwischen die Linsenfasern. Eine Kapselperforation ist nicht in allen Fällen nachweisbar. Die traumatische hintere Rosettenkatarakt bildet sich im Verlauf einiger Monate fast restlos zurück. Die Rückbildung beginnt in der Peripherie und kann zu völliger Wiederherstellung des auf der Höhe der Kataraktbildung stark geschädigten Sehens führen. Die Kenntnis dieser Starform ist klinisch von großer Bedeutung. Die Linsenentfernung hierbei ist streng kontraindiziert. 170, 171

Die Siderose der Linse bietet ein charakteristisches Bild. Es tritt eine gelbliche Farbe auf und zwar besonders deutlich an den Diskontinuitätszonen, vor allem am vorderen Kapselstreifen. Alle Diskontinuitätsstreifen verlieren ihre scharfe Begrenzung und können gelegentlich ganz verschwunden sein. Auch der vordere Linsenchagrin erhält eine gelblichbräunliche Farbenbeimischung. Typisch für Siderose der Linse sind massenhafte, direkt unter der vorderen Linsenkapsel gelegene gelbliche Pünktchen. Sie entsprechen den mit Eisensalzen imbibierten Epithelzellen. Daneben finden sich größere braune Flecken in der intermediären Zone in Ringform angeordnet. Sie entstehen durch Wucherung eisenbeladener Epithelzellen. Die Epithelhaufen dringen auch in die Tiefe bis zur Abspaltungszone, die bogenförmig nach hinten abgedrängt werden kann. 173

Auch die Kupferkatarakt liegt direkt unter der vorderen Kapsel. Sie wird wegen der Form gern mit einer Sonnenblume verglichen. Im axialen Teil bleibt ein kreisförmiges Gebiet, entsprechend der Größe einer mäßig engen Pupille, frei von Trübungen. Von hier aus gehen lebhaft grün gefärbte Strahlen bis zur Peripherie der Linse. Die Trübungen sind außerordentlich dünn, so daß sie im durchfallenden Licht des Augenspiegels verschwinden (Scheinkatarakt Purtschers). Einzelheiten sind in dem getrübten Gebiet nicht zu erkennen. Die Faserzeichnung der Linse oder Nähte tritt nicht hervor. Bei stärkerer Vergrößerung lassen sich feinste punktförmige Gebilde vermuten. Besonders charakteristisch für die Kupferkatarakt ist das lebhafte Farbenschillern, das sowohl an der vorderen wie hinteren Linsenfläche auftritt. Es konnte in einzelnen Fällen schon bei Beobachtung im diffusen Tageslicht, besser noch bei der gewöhnlichen Art der fokalen Beleuchtung beobachtet werden. Nach den histochemischen Untersuchungen von Jeß entsteht die Kupferkatarakt durch Ablagerung von basischem Kupferkarbonat unter der vorderen Kapsel. Die Epithelien sind nicht beteiligt. Nach Vogt ist die Sonnenblumenfigur durch die Reibung der Firsten der hinteren Irisfläche auf der Linse bedingt.

174, 175, 176 Die Cataracta electrica konnte von verschiedenen Autoren an der Spaltlampe untersucht werden (Koeppe, Frese, Gjessing, Viterbi, eigene Beobachtungen). Die aus den einzelnen Darstellungen hervorgehenden Unterschiede sind im wesentlichen gradueller Natur. Bei leichten Fällen kommt es zu subkapsulären Vakuolen, denen sich faserige oder spongiöse Trübungen der oberflächlichen Rinde anschließen. Gjessing lokalisierte die Vakuolen in die Linsenkapsel. Auch Trübungen der hinteren Rinde wurden beobachtet. Die faserigen Trübungen zeigen eine unregelmäßige Verlaufsrichtung, unabhängig von dem anatomischen Aufbau der Linse. Ein selbstbeobachteter Fall betraf einen 41jährigen Arbeiter, der mit der linken Kopfseite und dem linken Oberarm mit einer Starkstromleitung (15 000 Volt) in Berührung kam. Die Untersuchung fand 3 Monate nach der Verletzung statt. Rechts bestanden subkapsuläre Vakuolen und vereinzelte faserige Trübungen. Am stärker betroffenen linken Auge fand sich eine bisher nicht beschriebene Form der Cat. electrica, nämlich eine strukturlose, feinste subkapsuläre Trübungsschicht unter dem Bilde einer Sonnenblume mit kreisförmiger Aussparung der axialen Teile, völlig entsprechend dem Bilde der Kupferkatarakt, aber ohne Farbenschillern. Auch hier drängt sich die Auffassung eines Zusammenhanges mit der Iisstruktur auf. Vielleicht ist der elektrische Strom, wie es von der Körperoberfläche her bekannt ist, den Gefäßen der Iris gefolgt, oder es handelt sich auch hier um ähnliche mechanische Beeinflussung der vorderen Linsenfläche durch die Irisfirsten, wie sie Vogt bei der Kupferkatarakt vermutet. Bei allen an der

Spaltlampe untersuchten Fällen dieser Art ist besonders bemerkt, daß die Iris frei yon Entzündungserscheinungen oder deren Resten war.

Beim Glasbläserstar beschrieb Elschnig ein zartes, dünnes Häutchen auf der Linsenvorderfläche innerhalb des Pupillargebietes, dessen Ränder in verschiedener Gestalt von der Linsenfläche ab nach vorne aufgerollt waren. Elschnig vermutete hierunter eine Ablösung der Zonulalamelle. Nach den oben geschilderten Befunden von Ablösung dieser Lamelle, namentlich nach der Beobachtung von Jeß, ist es ziemlich unwahrscheinlich, daß sie über den Ansatz der Zonulafasern hinaus auf die vordere Linsenfläche übergreift. Immerhin ist an den Befunden beim Glasbläserstar bemerkenswert, daß es zu keinen Quellungserscheinungen der Linse kommt, die Linsenkapsel selbst daher keine nennenswerte Beeinflussung ihrer Durchlässigkeit erfährt. Kubik, der auf Elschnigs Veranlassung 63 Glasbläser untersuchte, fand ähnliche Veränderungen an drei Augen.

Auch bei Eisenarbeitern sind in seltenen Fällen ganz entsprechende Linsenveränderungen an der Spaltlampe beobachtet worden. Elschnig fand sie in einem Falle bei einem Schmied. Schnyder untersuchte 32 Arbeiter eines Eisenwalzwerkes, die als Schweißer besonders stark und lange Zeit den ultraroten Strahlen glühenden Eisens ausgesetzt waren. Bei neun Arbeitern stellte er die Ablösung der vorderen Kapsellamelle fest. Außerdem fand sich die auch beim Glasbläserstar bekannte hintere Polkatarakt. Es gelang ihm eine sichere morphologische Abgrenzung gegenüber der Cataracta complicata und der senilen hinteren schalenförmigen Linsentrübung. Bei der Entscheidung über eine eventuelle Berufsschädigung kann der Spaltlampenbefund von ausschlaggebender Bedeutung sein. Die hinteren Poltrübungen des Strahlenstares sind auf das Pupillargebiet beschränkt und haben ein geschichtetes Aussehen. Vor einer direkt subkapsulären Trübungsschicht liegt ein Trübungsherd, dessen vordere Begrenzung nach vorne konvex ist. Die axialen Teile haben demnach den größten sagittalen Durchmesser, die Randpartien flachen sich ab, so daß die Peripherie die hintere Linsenkapsel nahezu erreicht. Von der Cataracta complicata ist sie durch den Ausbreitungsmodus unterschieden. Sie ist gegen die Rinde durch ihre nahezu gleichmäßige Tiefenlage abgegrenzt. Das poröse Aussehen und unregelmäßige Vordringen der Cataracta complicata fehlt. Die senile Schalenkatarakt besteht nur in einer flächenhaften Trübungsschicht, die peripher über das Pupillargebiet hinausgeht. Außerdem ist sie, im Gegensatz zur Strahlenkatarakt, durch die viel reichlichere Vakuolenbildung unterschieden. Durch Kombination mit senilen Startypen kann die Differentialdiagnose sehr erschwert werden. Als Ätiologie kommt nach den experimentellen Untersuchungen Vogts und seiner Schüler in der Hauptsache das kurzwellige Ultrarot in Betracht.

Die seltene Vossiussche traumatische Ringtrübung hat durch die Spaltlampe weitere Klärung gefunden. Schädigungen der Linse, ihrer Kapsel oder Rinde gehören nicht zum typischen Bilde. Der Ring besteht vielmehr aus einer Auflagerung von amorphem Pigment, das rein mechanisch als Abklatsch des Pupillarsaumes der vorderen Linsenkapsel aufgedrückt und durch Exudat angeklebt wird. Ein Zusammenhang mit Kammerblutungen besteht nicht (Vogt). Die Auflagerungen verschwinden meist erst nach Monaten.

Die Cataracta complicata und exogene Stare.

Erkrankungen der Linse als Folge eines allgemeinen oder intraokularen Leidens äußern sich, wie alle Linsenveränderungen, in Wasseraufnahme und Trübungen. Form und Tiefenlage dieser Stare lassen sie aber in den meisten Fällen von den einfachen, senilen Staren unterscheiden. In manchen Fällen kann sogar die Diagnose des Allgemeinleidens gestellt werden.

Unter Cataracta complicata werden Stare verstanden, die ihre Entstehung einer intraokularen Erkrankung verdanken. Hochgradige Myopie, Netzhautablösung, Iridozyklitis, schwere Glaskörperveränderungen, retinale Pigmentatrophie, Glaukom und Heterochromie sind die bekanntesten Ursachen.

Die Cataracta complicata, deren eingehende Erforschung an der Spalt-
177, 178 lampe Vogt zu verdanken ist, beginnt mit stärkerem Farbenschillern des hin-
179, 180 teren Linsenchagrins im Bereich des hinteren Poles und seiner Umgebung. Im späteren Stadium erscheinen subkapsuläre Trübungen im gleichen Gebiet. Sie zeigen frühzeitig körperliche Gestalt, sind nicht nur flächenhaft, sondern dehnen sich vor allem auch sagittal nach vorne aus. Bei weiterem Fortschreiten erhalten die Trübungen ein poröses, tuffsteinartiges Aussehen, sind von einem wolkenartigen Hof umgeben und dadurch unscharf gegen die normale Rinde abgegrenzt. Häufig sieht man in diesem Stadium Tröpfchen und Cholesterinkristalle. Die Faserzeichnung geht im getrübten Bereich verloren.

181, 182 Die weitere Ausbreitung der Cataracta complicata geht in zwei Richtungen vor sich. Besonders charakteristisch ist das sagittale Fortschreiten. Es erfolgt nicht kontinuierlich, sondern oft werden Schichten übersprungen. Die Trübungen erscheinen infolgedessen zuerst auf den Rückflächen des Alters- und Embryonalkernes. Auch diese Trübungen sind untereinander und gegen die normale Linse durch wolkige Hüllen abgegrenzt. Es entsteht so das charakteristische, pathognomonische Bild der Cataracta complicata.

Nach der Peripherie zu breiten sich die Trübungen in der Richtung der hinteren Rindennähte aus, wodurch eine Rosettenform zustande kommt. Typisch ist auch hier die erhebliche sagittale Dicke der einzelnen Trübungsstrahlen, die

unscharfe Begrenzung und das tuffsteinartige Aussehen, so daß eine Differentialdiagnose gegen die senile hintere schalenförmige Katarakt keine Schwierigkeiten macht. Die früher als Charakteristikum der beginnenden Cataracta complicata angegebene Gelbfärbung erklärt sich durch die Tiefenlage der Trübungen, denen sich infolgedessen die gelbe Farbe des Linsenkernes beimischt.

Erst sehr viel später treten Trübungen der vorderen axialen Rindenpartien auf. Sie weisen ziemliche Übereinstimmung mit denen der hinteren Rinde auf. Sie liegen von vornherein nicht nur subkapsulär und weisen eine gewisse sagittale Dicke auf. Auch der strahlige Bau, das poröse Aussehen findet sich wieder.

Kombination zwischen Cataracta complicata und senilen Staren ist bei älteren Personen häufig. Ebenso können bei den genannten intraokularen Erkrankungen auch einfache senile Stare vorkommen.

Diabetes ist als Ursache der Linsentrübung seit langem bekannt. Schon vor der Spaltlampenära gab es eine Reihe namhafter Autoren, die eine von der Cat. senilis abzugrenzende Cat. diabetica als nicht grade häufige 184, 185
Erkrankungsform der Linse bezeichneten. Die Spaltlampe hat auch in dieser Frage den Ausschlag gegeben, da sie uns eine exakte Abgrenzung einfach seniler Starformen gegen andere Katarakte ermöglicht. Vogt hat entsprechende Untersuchungen in seiner Klinik von Schnyder ausführen lassen. Bei 59 Diabetikern fand er nur einen einzigen Fall einer Katarakt besonderer Form, die als echte diabetica anzusprechen ist, während alle übrigen gefundenen Linsentrübungen klinisch wohl charakterisierten Typen des senilen Stares entsprachen. Der Fall betraf eine 33jährige Frau mit schwerem Diabetes. Die Katarakt nahm ihren Anfang direkt subkapsulär im ganzen Bereich der vorderen Linsenfläche. Die oberflächliche Faserzeichnung war durch Bildung feiner Wasserspalten und durch vakuolären Zerfall der subkapsulären Schicht stark verdeutlicht. Ähnliche Veränderungen fanden sich auch unter der hinteren Kapsel. Bei direkter Beleuchtung erscheinen die Trübungen feinflockig, nach der Tiefe zu sehr bald aufhörend. Später verschwanden die subkapsulären Trübungen fast vollständig unter Vermehrung der Vakuolen und Wasserspalten. Die Linsenkapsel wurde durch eine optisch leere Flüssigkeitsschicht abgehoben. Auch Ablösung konzentrischer Schichten durch Flüssigkeitsansammlung und asbestartige Trübungen der Fasern traten später ein. Eine eigene Beobachtung im Frühstadium deckt sich mit dem Befunde Schnyders.

Die Katarakt bei myotonischer Dystrophie wurde von Vogt und Lüssi an der Spaltlampe studiert. Bei typischer Entwicklung läßt sich das zugrunde liegende Allgemeinleiden zumindest vermuten. Die myotonische Dystrophie ist eine Erkrankung des zweiten bis dritten Dezenniums. Meist

sieht man nur Anfangsstadien der Katarakt, da die Patienten bald der Krankheit erliegen. Die Starform ist gekennzeichnet durch feine unregelmäßige und faserige Trübungen, die subkapsulär in den oberflächlichen Schichten der vorderen und hinteren Rinde liegen. Typisch ist auch das Freibleiben des Gebietes zwischen vorderem Kapselstreifen und Abspaltungszone. Cholesterinkristalle und Farbenschillern sind häufig. Alters- und Embryonalkern bleiben ungetrübt. Bei weiterem Fortschreiten können sich die Trübungen zu einer gleichmäßigen Schicht entwickeln (Vogt) oder auch Sternform annehmen (Lüssi, Isakowitz).

Das Spaltlampenbild der postoperativen Tetaniekatarakt wurde von Knüsel festgelegt. Es gleicht bis auf Einzelheiten dem der Katarakt bei myotonischer Dystrophie. Neben staubförmigen und kristallinischen Trübungen der oberflächlichen Rindenschichten fand sich atypische Anordnung der Diskontinuitätsflächen und Verkürzung der sagittalen Achse, Veränderungen, die auf den Einfluß der Epithelkörperchen auf das Linsenwachstum hindeuten.

6. Der Glaskörper.

Spezielle Untersuchungstechnik.

Der Glaskörper ist ein eiweißarmes, sehr wasserhaltiges Gebilde. Seine diffuse innere Reflexion ist daher gering. Es sind daher für seine Untersuchung an der Spaltlampe die technischen Regeln maßgebend, wie sie für lichtschwache Gebilde des öfteren angegeben wurden. Die wichtigsten Punkte sind: Gute Verdunkelung des Untersuchungsraumes, genügende Dunkeladaptation, nicht zu starke Vergrößerung und evtl. Übervoltung der Nitralampe. Die Bogenlampe ist auch hier der Nitralampe weit überlegen, letztere genügt aber für klinische Untersuchungen vollkommen. Man untersucht bei weitem oder nur wenig verengtem Spalt, stärkere Verengerung setzt die Helligkeit zu sehr herab. Das schmale Büschel kommt nur in seltenen Fällen zur Anwendung. Man beginnt mit der schwächsten 10fachen Vergrößerung, für feinere Beobachtungen genügt die 20fache. Starke Vergrößerung kommt nur ausnahmsweise in Betracht. Bei Benutzung des Objektives a_3 kommen die Objektivfrontlinsen schon in bedenkliche Nähe der Hornhautoberfläche, so daß einige Vorsicht notwendig ist. Verfügt man über den oft empfohlenen Objektivrevolver, so wird man nicht auf Schwierigkeiten stoßen, wenn man erst nach Einstellung schwacher Vergrößerung das stärkste Objektiv vorschaltet.

Als Beleuchtungsmethode kommt nur die direkte in Betracht.

Weder das indirekte, noch das durchfallende Licht ist bei dem schwachen Aufleuchten des Glaskörpers möglich, abgesehen von den seltenen Fällen, bei denen eine tiefer gelegene Schwarte, eine sehr weit nach vorne reichende Ablatio retinae oder die Oberfläche eines Tumors einen genügend stark reflektierenden Auffangeschirm für das Lichtbüschel darstellen. Wenn auch schon bei nicht zu enger Pupille ein Teil des Glaskörpers sichtbar wird, so wird man doch zur genaueren Untersuchung auf maximale Mydriasis nicht verzichten.

Bei mangelnder Übung stellt man zunächst Lichtbüschel und Mikroskop auf die hintere Linsenfläche ein und geht dann allmählich tiefer in den Glaskörper hinein. Der Lichteinfall darf nicht zu flach genommen werden. Zur Untersuchung der temporalen Teile läßt man das Licht von nasal durch die Pupille eindringen. Für die ersten Übungen sind aphakische Augen besonders gut geeignet.

Ohne weitere Hilfsmittel vermag die Spaltlampe nur bis etwa zur Grenze des vorderen und mittleren Drittels in den Glaskörper hineinzudringen. Neben der Pupillenweite ist die Tiefe, bis zu der man in den Glaskörper hineingelangt, bis zu einem gewissen Grade abhängig von dem Winkel zwischen mittlerer Mikroskopachse und Einfallsrichtung des Lichtes. Je kleiner dieser Winkel gemacht werden kann, desto tiefer gelangt man in den Glaskörper hinein. Bei Benutzung des Hornhautmikroskopes mit Doppelobjektiv ist etwa das vordere Glaskörperdrittel zu untersuchen, d. h. es bleibt nur ein relativ geringer Teil des Glaskörpers an der Spaltlampe einstellbar, zumal das periphere Gebiet auch bei maximaler Mydriasis unzugänglich bleibt. Trotzdem ist die Spaltlampenuntersuchung des Glaskörpers von großem klinischem Wert, da sie von keiner anderen Untersuchungsmethode auch nur annähernd erreicht wird und außerdem nur in seltenen Fällen, z. B. bei frischen Netzhaut- und Sehnervenentzündungen die Glaskörperveränderungen längere Zeit auf die tieferen Glaskörperschichten beschränkt bleiben können.

Der normale Glaskörper.

Die Untersuchung des Glaskörpers beginnt man zweckmäßig mit der Einstellung des fokalen Lichtbüschels auf die hintere Linsenfläche. Die mannigfaltigen embryonalen Reste an der hinteren Linsenkapsel, die uns hier in jedem Falle begegnen, wurden unter dem Kapitel L i n s e beschrieben. Die Lage dieser Reste hinter der Linse ist durch ihr Unsichtbarwerden bei Einstellung des hinteren Linsenchagrins bewiesen.

Verfolgt man den Verlauf des Lichtbüschels in den Glaskörper hinein, so tritt uns eine Fülle wechselvoller Strukturen entgegen, über deren Zustandekommen im einzelnen durchaus noch keine einheitliche Auffassung besteht. Das

gilt auch von dem schmalen, hinter der Linse gelegenen optisch leeren Spalt, dem sogenannten retrolentalen Raum. Bei Benutzung der Nitralampe
186, 187 wird dieser Raum in vielen Fällen in wechselnder Tiefe gefunden. Übervoltet man aber die Nitralampe, oder hat man Gelegenheit, an der Bogenlampe zu
188, 189 untersuchen, so schwindet mit zunehmender Helligkeit die optische Leerheit. Es ist daher die Auffassung Combergs berechtigt, nach der das nach Spalt-
190, 191 lampenbefunden von Koeppe, Vogt u. a. als retrolentaler Raum gedeutete optisch leere Gebiet, nicht mit dem anatomischen retrolentalen Raum identisch ist. Vielmehr scheint es sich dabei um die vorderen Schichten des Glaskörperchens selbst zu handeln, während der wirkliche retrolentale Raum intra vitan
194 einen kapillären Spalt darstellt. Comberg sucht seine Auffassung durch einen Befund an einem aphakischen Auge zu stützen. Die Linse war in der Kapsel entfernt worden. Trotzdem war der retrolentale Raum noch sichtbar, nach vorne durch ein unmeßbar dünnes, seidenglänzendes Häutchen begrenzt, nach hinten durch ein Gebilde, das von Vogt und Koeppe als vordere Grenzschicht des Glaskörpers (Membrana hyaloidea) beschrieben wurde.

Inwieweit die Auffassung Combergs allgemeinere Anerkennung gefunden hat, ist aus der Literatur vorläufig nicht ersichtlich. Nach eigenen Beobachtungen liegen die Verhältnisse auch bei Untersuchung mit der Bogenspaltlampe nicht in jedem Falle völlig klar. Immerhin ist die Spaltlampe, ebenso wie bei der Linse, auch für die Untersuchung des Glaskörpers wesentlich wertvoller als die Mikroskopie am gehärteten und eingebetteten Auge, so daß sie berufen sein dürfte, in den strittigen Fragen der normalen und pathologischen Anatomie des Glaskörpers weitere Klärung zu bringen.

Die von Koeppe, Vogt u. a. als vordere Grenzschicht des Glaskörpers beschriebene Membran ist nicht in allen Fällen deutlich ausgeprägt. Am schönsten tritt sie an normalen Augen Jugendlicher hervor. Sie liegt in geringer Entfernung hinter der Linse, hat eine unmeßbare Dicke und eine charakteristische Oberflächenstruktur. Letztere kommt durch ein System vertikal und horizontal verlaufender Falten zustande, durch die eine eigenartige Fiederung entsteht.

Im Gebiet des „retrolentalen Raumes" findet man an der Spaltlampe, besonders häufig in der Peripherie, gelegentlich auch in den axialen Gebieten, feine fadenförmige weißliche Gebilde, heller und schräfer begrenzt als die später zu beschreibenden Glaskörperstrukturen. Sie stehen nicht mit der hinteren Linsenkapsel in Verbindung. Nach Vogt und Koeppe handelt es sich um Reste der Vasa hyaloidea propria.

Das Aussehen des Glaskörpers ist an der Spaltlampe sehr vielgestaltig. Bei Beobachtung mit bloßem Auge erkennt man schon die

diffuse innere Reflexion im direkten Licht des Spaltlampenbüschels. Das Aufleuchten des Glaskörpers ist meist nicht völlig gleichmäßig, sondern hellere und dunklere Schichten wechseln miteinander ab. Bei mikroskopischer Betrachtung lösen sich die Schichten in einzelne ziemlich scharf begrenzte grauweiße Bänder auf. Ihre Verlaufsrichtung ist wechselnd, es überwiegt die vertikale. In den axialen Teilen ist diese Glaskörperstruktur meist etwas weniger ausgeprägt als in den peripheren. Zwischen den Bändern liegen optisch relativ leere, dunklere Spalten.

Die kolloidale Natur des Glaskörpers kommt an der Spaltlampe bei Bewegungen zum Ausdruck. Die Bewegungen des Auges teilen sich dem Glaskörper schnell und ausgiebig mit. Steht das Auge wieder still, so kommt der Glaskörper nach wenigen, für seine normale Beschaffenheit sehr charakteristischen pendelnden Bewegungen ebenfalls wieder zur Ruhe. Nicht selten hat man den Eindruck, als ob in einer Ebene liegende Bänder sich zu gardinenartig hintereinanderliegenden Membranen zusammensetzen.

Die Struktur des Glaskörpers tritt nicht in jedem Auge gleich deutlich hervor. Bei Jugendlichen erscheint er in manchen Fällen ziemlich homogen. Bei Erwachsenen dagegen vermißt man die Struktur selten. Bei sonst gleichen Augen ist bei denselben Menschen die Zeichnung beiderseits gleich ausgeprägt.

Die Bogenspaltlampe deckt im Glaskörper, wie auch an anderen lichtschwachen Organen des Auges, eine weit größere Fülle von Einzelheiten auf. Die optische Leerheit der interfaszikulären Spalten schwindet mit zunehmender Lichtstärke immer mehr. Es treten eine Menge kleiner, auch anastomosierender Bänder in ihnen auf, so daß die Inhomogenität des Glaskörpers wesentlich geringer erscheint wie im schwächeren Licht der Nitralampe. Im Glaskörper normaler jugendlicher Augen sieht man gelegentlich feinste punktförmige Einlagerungen in wechselnder Menge. Sie sind als physiologische Erscheinung aufzufassen und haben ihr Analogon in den vereinzelten Lymphzellen im Kammerwasser und der physiologischen Tröpfchenlinie an der Hornhautrückfläche, von der erwähnt wurde, daß sie ebenfalls an das jugendliche Alter gebunden ist.

Eine Deutung der an der Spaltlampe sichtbaren Strukturen des Glaskörpers ist nicht sicher zu geben. Zunächst könnte man an die anatomisch nachgewiesenen „Glaskörperfasern" denken. Ihr Vorhandensein ist aber nicht einwandfrei bewiesen. Was wir nach Härtung des Auges unter dem Mikroskop zu sehen bekommen, sind geronnene Glaskörpermassen, deren fadenförmiges Aussehen keinerlei Aufschluß über die normale intervitale Beschaffenheit des Glaskörpers zu geben vermag. Außerdem sind die im mikroskopischen Präparat sichtbaren Glaskörperfasern so schmal, daß sie auch bei den stärksten Vergrößerungen an der Spaltlampe nicht sichtbar werden können.

Nach den ultramikroskopischen Untersuchungen Baurmanns sind wir berechtigt,

den Glaskörper als ein reines hydrophiles Kolloid aufzufassen, in dem Strukturen von mikroskopisch sichtbarer Größe nicht vorkommen. Comberg, der sich B.s Auffassung anschließt, glaubt in der Inhomogenität des Glaskörpers einen Ausdruck für die entwicklungsgeschichtliche Anlage erkennen zu müssen. B. hat neuerdings, auf Grund weiterer ultramikroskopischer Ergebnisse, die Entstehung der vorderen Grenzschicht und der Glaskörperstruktur auf besonders geordnete, teils deutlich parallele Lagerung der ultramikroskopischen, stäbchenförmigen Teilchen zurückgeführt.

Die Inhomogenität des Glaskörpers wird an der Spaltlampe individuell verschieden gefunden. Es gibt, wie erwähnt, Fälle von relativ hochgradiger Homogenität, und zwar scheint hierbei eine gewisse Beziehung zum Alter zu bestehen. Es ist daher nicht von der Hand zu weisen, daß das Auftreten der bandartigen Strukturen ein Ausdruck für das physiologische Altern des Glaskörpers ist, bedingt etwa durch Dehydratation oder echte Eiweißgerinnung, durch die eine ungleichmäßige Wasserbindung zustande kommt.

Angeborene Anomalien und senile Veränderungen.

Die angeborenen Anomalien des Glaskörpers beschränken sich auf Reste der Arteria hyaloidea propria.

Eine komplette Persistenz der Arteria hyaloidea ist sehr selten. Koby beschreibt einen solchen Fall. Der Ansatz an der Linsenhinterfläche war an der Spaltlampe nicht zu sehen, dagegen sah man mit dem Augenspiegel die radiär zur Linsenperipherie verlaufenden Äste der Arteria.

Sehr häufig sind dagegen die Reste an der Rückfläche der Linse. Über ihr Aussehen und ihre Lage zum hinteren Linsenpol ist unter der Linse berichtet.

Die Reste der Vasa hyaloidea propria gehören den vorderen Glaskörperschichten an. Sie sind an der hell aufleuchtenden, weißen Farbe, ihrer scharfen Begrenzung, ihrem unregelmäßigen, gewundenen Verlauf leicht von der Glaskörperstruktur zu unterscheiden.

Im Alter nimmt im allgemeinen die innere Reflexion und die Deutlichkeit der Strukturzeichnung zu. Bei Jugendlichen ist der Glaskörper meist wesentlich homogener, eine Zeichnung kann auch an der Bogenspaltlampe gelegentlich fast völlig fehlen. Ausnahmen von dieser Regel sind aber ziemlich häufig.

Von Koeppe, Vogt und Koby wurde das Bild der senilen Glaskörperdegeneration beschrieben. Die vertikalen, gewandartigen Falten zeigen eine starke Helligkeit. In den vorderen Glaskörperteilen liegt ein Netz knitteriger Fäden, unter den Vogt in der Hauptsache Gefäßreste vermutet. Die große Zahl dieser Gebilde legt aber den Gedanken nahe, daß sich darunter auch zu Fäden geronnene Eiweißmassen des Glaskörpers befinden. Gerinnungserscheinungen dürften auch in der Hauptsache die Ursache für das stärkere Hervortreten der Struktur sein. Die Bänder verlaufen in unregelmäßigen Windungen und Knickungen, auch eine quere Streifung ist nicht sel-

ten. In den Zwischenräumen liegt feinster Staub in wechselnder Menge, der auch den Bändern und Fäden anhaftet, so daß sie wie bezuckert aussehen. Die senile Degeneration des Glaskörpers steht in keiner Beziehung zur Cataracta senilis.

Verletzungen des Glaskörpers.

Bei Verletzungen kann es zu einer Lageveränderung von Glaskörpermassen kommen. Ein Prolaps unter die Bindehaut oder auch außen, bei Skleralstruktur infolge direkter oder indirekter Gewalteinwirkung, bietet für die Spaltlampenuntersuchung kaum Interesse. Dagegen ist die Forschung nach einer Glaskörperhernie in die vordere Kammer von klinischer Bedeutung und nur an der Spaltlampe mit sicherem Erfolg möglich. Man erkennt die Struktur des Glaskörpers deutlich wieder. Einlagerung von bräunlichen Punkten, in denen Pigmentzellen zu vermuten sind, gehören zum regelmäßigen Nebenbefund. Eine nennenswerte Rückbildung einer solchen Hernie findet nicht statt.

Blutungen in die vorgefallenen Glaskörpermassen sinken der Schwere nach hyphämaartig nach unten und können in dieser Lage wochenlang festgehalten werden. Oft findet man mehrere solcher Blutabsackungen über- und hintereinander.

Das Eigenartige dieses Phänomens besteht in der anscheinenden Unmöglichkeit der Blutzellen, durch die Oberfläche der Hernie hindurchzudringen. Zur Erklärung könnte man mit Comberg auf die Schichtung des Glaskörpers hinweisen. Ein anderer vom Verfasser schon früher angeführter Erklärungsversuch liegt auf kolloidalem Gebiet. Danach besteht die Möglichkeit, daß Glaskörpermassen, aus ihrer normalen Lage herausgeschleudert, gegen ein physikalisch-chemisch verschiedenes Medium das Kammerwasser, durch Verdichtung der oberflächlichen Schichten eine Art Grenzlamellen bilden, deren physikalisches Verhalten der normalen vorderen Grenzschicht ähnlich wird.

Bei Glaskörperverlust durch eine hinter dem Irisdiaphragma gelegene Perforationsstelle kann es zu einem klaffenden Zwischenraum zwischen Linsenhinterfläche und vorderer Grenzschicht kommen, also zu einer Erweiterung des normalerweise wahrscheinlich kapillären retrolentalen Raumes.

Auch die seltenen retrolentalen Blutungen konnten in einigen Fällen an der Spaltlampe untersucht werden (Wirth, Ascher, Manz). Sie entstehen nach Kontusionsverletzungen, die mit lokaler Zerreißung des Ligamentum hyaloideo-capsulare (Wiegert) einhergehen. Das Blut dringt durch die Lücke in den retrolentalen Raum und senkt sich je nach Stellung des Kopfes als Hyphäma nach unten. Die obere Begrenzung ist meist etwas bogenförmig. Die untere reicht nicht bis zum Linsenäquator, sondern hört stets kurz vorher auf, entsprechend dem Ansatz der Wiegertschen Ligamentes. Im Fall Ascher

war die Blutung kreisförmig. Das Blut ist an seiner hellroten Farbe zu erkennen, die Dicke der Blutungsschicht bis zu 1 mm. Die Resorption geht sehr langsam vonstatten.

Bei Contusio bulbi treten im Glaskörper regelmäßig zahlreiche bräunliche Punkte von etwas verschiedener Größe auf. Neben Blutzellen handelt es sich in überwiegender Menge um Pigmentepithelien. Sie werden anscheinend nicht wieder vollkommen resorbiert. In selbst beobachteten Fällen konnten sie noch nach mehreren Jahren beobachtet werden. Stärkere Veränderungen der Strukturzeichnung fehlen dabei meistens.

Blutungen in den Glaskörper ordnen sich, wenn sie nicht zu reichlich sind, gern in Streifenform an. Auch bei kompakteren Blutungen ist das gleiche Verhalten in den Grenzpartien festzustellen. Es entsteht hierdurch das schon von Koeppe beschriebene stalaktitenähnliche Bild. Größere Blutmassen sind an der hellroten bis gelbroten Farbe unschwer zu erkennen. Die Resorption der Blutungen geht stets sehr langsam vor sich. Sie hinterlassen meistens dichte Trübungen.

Perforierende Verletzungen in der Ziliarkörper- oder Äquatorgegend führen gelegentlich zu feiner Strangbildung, mit meist radiär zur Verletzungsstelle gerichtetem Verlauf. Neben Spannungen kommen für ihre Entstehung wahrscheinlich auch Gerinnungserscheinungen in Betracht. In der Kolloidchemie sind solche Gerinnungsfiguren bekannt. Sie setzen gern an Rauhigkeiten der Gefäßoberfläche an. Ob solche Glaskörperstränge, wie Comberg für nicht ausgeschlossen hält, zur Netzhautablösung in Beziehung gebracht werden können, dürfte zum mindesten noch unbewiesen sein.

Feinste punktförmige Einlagerung von weißlichgrauer Farbe können bei jeder Verletzung des Glaskörpers gefunden werden.

Erkrankungen des Glaskörpers.

Die pathologischen Veränderungen des Glaskörpers lassen sich zwanglos in zwei Gruppen einteilen: in Destruktion und Einlagerung fremder Bestandteile.

192 Die Destruktion des Glaskörpers ist an Veränderungen seiner Struktur und Beweglichkeit kenntlich. Als charakteristisch für die normale, kolloidale Beschaffenheit war ein besonderes Verhalten des Glaskörpers bei Bewegungen des Auges beschrieben. Letztere teilen sich dem Glaskörper sofort und ausgiebig mit. Steht das Auge wieder still, so erfolgen nur noch wenige pendelnde Bewegungen und die beobachteten Glaskörpermassen nehmen ihre frühere Ruhelage wieder ein.

Leicht davon zu unterscheiden ist die Beweglichkeit bei De-

struktion des Glaskörpers. Ist diese noch relativ gering, so gehen die pendelnden Bewegungen in ein langsames Auf- und Abwogen über. Auch hierbei können die Glaskörpermassen, wenigstens einigermaßen, ihre normale Ruhelage wieder einnehmen. Bei stärkeren Graden dagegen treten typische fließende Bewegungen mit wechselnder Stromrichtung auf, in Abhängigkeit von der Bewegungsrichtung des Auges. Deutlich ist auch die wesentliche Verzögerung und Abschwächung der Bewegungsübertragung von den Bulbushüllen auf den Glaskörper zu erkennen.

Die Strukturzeichnung des Glaskörpers, soweit sie die Spaltlampe aufdeckt, ist bei der Destruktion nicht immer völlig verschwunden, vielmehr meistens durch Schrumpfung der bandartigen Gebilde deutlich vergröbert. Sie treten dadurch heller und schärfer begrenzt hervor; ihr Verlauf ist nicht mehr regelmäßig und gradlinig, sondern gewunden und knittrig. Auch knotige Verdickungen und quere lineare Streifung sind nicht selten. Die optisch relativ leeren Zwischenräume sind verbreitert. Bei den stärksten Graden der 198, 199
Destruktion lösen sich die geschrumpften Bänder völlig los und schwimmen frei im verflüssigten Glaskörper. Sie nehmen dabei Formen an, die an die bei starker Destruktion aus ihrer Fixation in den vorderen Glaskörperschichten befreiten Reste der Vasa hyaloidea propria erinnern, so daß eine sichere Unterscheidung von diesen unmöglich wird. Der völlig destruierte Glaskörper, z. B. bei hochgradiger Myopie, besteht demnach aus geronnenen Eiweißmassen und losgelösten Gefäßresten, die in einer Flüssigkeit herumschwimmen. Von letzterer läßt sich nach Spaltlampenbefunden aussagen, daß sie nicht völlig frei von Eiweiß ist, da sie bei hellem Licht, besonders an der Bogenspaltlampe noch eine deutliche, wenn auch manchmal schwache diffuse innere Reflexion aufweist. Vollkommen optisch leer erscheint der Glaskörperraum nur in den seltenen Fällen, in denen der verflüssigte Glaskörper aus dem Auge herausgeflossen ist, wie es gelegentlich bei Kataraktoperationen an stark kurzsichtigen Augen vorkommt. Der Ersatz der fehlenden Massen erfolgt dann durch Kammerwasser. Bei Nachstaroperationen treten stets mehr oder weniger große Mengen Glaskörper in die vordere Kammer ein. Besteht 75
eine solche Hernie aus normalem Glaskörper, so erfolgt keine nachweisbare Resorption. Stark verflüssigter Glaskörper verschwindet dagegen bald nicht nur aus der vorderen Kammer, sondern auch der Glaskörperraum wird in seinem vorderen Drittel zunehmend optisch leer.

Einlagerungen in den Glaskörper können aus flüssigen diffusen Exsudatmassen, aus gröberen Exsudatflocken, Zellen oder freiem Pigment bestehen. Rein seröse Exsudation in den Glaskörper hinein ist an der Spaltlampe nicht immer sicher dia-

gnostizierbar. Untersucht man z. B. im Abheilungsstadium einer akuten Iritis den Glaskörper, so kann beim Vergleich mit dem normalen Auge eine Undeutlichkeit der Struktur auffallen. Sie ist hervorgerufen durch die optisch ausgleichende Wirkung des, im Verhältnis zum normalen Glaskörper, eiweißreichen, serösen Exsudates.

192, 193, 194 Zellige Einlagerungen in den Glaskörper erscheinen als verschieden große und gefärbte Punkte. Fehlt eine nennenswerte Destruktion, so sitzen sie vor allem in den Zwischenräumen. Bei Schrumpfung der bandartigen Gebilde siedeln sich an diesen reichliche Punkte an und können sich zu größeren unregelmäßigen Knötchen verdicken. Die Farbe der Einlagerungen ist am besten bei schwacher Vergrößerung und unter Benutzung des Koeppeschen Blaufilters zu beurteilen. Exsudatzellen sind grauweiß, einzelne Blutkörperchen sind weder nach Farbe noch nach Form genau definiert. Bei größerer Anhäufung erkennt man sie oft schon bei makroskopischer Beobachtung oder auch bei Spaltlampenbeleuchtung an ihrer roten Farbe. Pigmentzellen haben eine ausgesprochen hellbraune Farbe.

Die Beimischung der gelblichen Farbe der Linse bewirkt eine Verschiebung aller im Glaskörper beobachteten Farben ins Gelb, die bei nicht zu ausgesprochener Linsenfärbung einigermaßen durch das Blaufilter ausgeschaltet werden kann.

Beschläge an der hinteren Linsenfläche findet man nicht in allen Fällen von Glaskörpereinlagerungen. Sie können, wenn auch selten, isoliert vorkommen. Erwähnt sei auch in diesem Zusammenhang, daß feinste grauweiße Punkte bei Kindern zum normalen Glaskörperbefund gehören können.

Bei Iridozyklitis gehören Glaskörperveränderungen zum regelmäßigen Befund. Alle Grade der Destruktion und alle Formen der Einlagerung kommen vor. Hinsichtlich der ätiologischen Diagnose geben sie wenig Anhalt. Bei der Tuberkulose sind gröbere flockige Einlagerungen nicht sehr häufig, es überwiegen wie bei chronischen Iridozyklitiden anderer Ätiologie feine staub- und punktförmige Einlagerungen und Trübungen und Schrumpfungen des Gerüstes. Die Einlagerungen ordnen sich häufig zu größeren Zellkonglomeraten an, von denen feinste Fasern sternförmig ausstrahlen. Bei akuten Iritiden, den rheumatischen und septischen Formen findet man neben der serösen Exsudation gelegentlich Pigmentzellen in größerer Menge, die ähnlich reichlich auch bei akuter luetischer Iritis vorkommen können.

Als Frühsymptom der sympathischen Ophthalmie sind feinste weiße und rötliche Punkteinlagerungen, ohne besondere Charakteristika, beschrieben worden. Am reichlichsten sammeln sie sich in den unteren Abschnitten des Glaskörpers an. Die Glaskörperveränderungen können andere Zeichen

der sympathischen Ophthalmie vorangehen. Vogt sah sie in einem Falle im Verlauf von $^3/_4$ Jahren restlos wieder verschwinden.

Bei Augenhintergrundserkrankungen sind ausgesprochene Glaskörperveränderungen an der Spaltlampe sehr oft zu beobachten.

Massige Blutungen bei der Perivasculitis tuberculosa adulescentium können bis an die Rückfläche der Linse reichen. Die Anordnung des Blutes ähnelt der bei traumatischen Blutungen. Bei schwächeren Blutungen in die hinteren Glaskörperabschnitte sieht man an der Spaltlampe massenhafte weißliche bis gelbliche Punkteinlagerungen, wohl in der Hauptsache aus roten Blutkörperchen bestehend. Bei makroskopischer Betrachtung tritt die rote Farbe oft deutlich hervor. Sie lassen sich von entzündlichen Einlagerungen nicht sicher unterscheiden. 197

Die entzündlichen Veränderungen des Augenhintergrundes führen in der Hauptsache zu Punkteinlagerungen. Pigment in größerer Menge tritt vor allem bei der Chorioiditis disseminata und Ablatio retinae auf, während es bei der Pigmentatrophie, entgegen den Angaben Koeppes, zu fehlen scheint. 196 199

Die Glaskörperdestruktion bei hochgradiger Myopie beginnt wahrscheinlich in den axialen Partien, mit Bildung optisch leerer Höhlen und den Veränderungen, die als Typ der Destruktion beschrieben wurden. In den peripheren Teilen besteht meist noch ein kolloidaler Zusammenhang, so daß rein fließende Bewegungen wie in den axialen Teilen fehlen.

Der Glaskörper bei myopischer Netzhautablöung läßt neben hochgradiger Destruktion stets reichliche Einlagerung von Pigmentzellen erkennen, of in größeren Klumpen aneinandergelagert. Nach längerem Bestehen der Ablösung nimmt das Pigment zu. Stränge oder Fäden im Glaskörper, durch deren Zug die Netzhaut abgelöst werden könnte, sind bisher, trotz eifriger Forschung, in keinem Falle von Ablatio gefunden worden. Der Retraktionstheorie ist daher eine wichtige Stütze genommen. 195, 199

Eine Untersuchung des Glaskörpers bei akutem inflammatorischen Glaukom ist an der Spaltlampe aussichtslos. Nach operativer Behandlung treten sekundäre Veränderungen auf, so daß ein Rückschluß über das Aussehen des Glaskörpers im Anfall unmöglich ist.

Beim Glaukoma simplex hat man dagegen oft Gelegenheit zur Untersuchung. Abgesehen von gelegentlichen senilen Veränderungen konnten bisher keine typischen Glaskörperveränderungen, namentlich keine Destruktion nachgewiesen werden. Im Gegenteil wurde bei vielfachen eigenen Beobachtungen der Glaskörper auffällig normal gefunden, oft selbst bei alten Leuten mit absolutem Glaukom optisch fast homogen.

Es dürfte danach angemessen sein, die normale kolloidale Beschaffenheit des Glaskörpers als conditio sine qua non für das Zustandekommen eines primären Glaukoms hinzustellen. Als Gegenbeispiel sei die hochgradige Myopie genannt, deren Tensionsverminderung nach eigenen Untersuchungen nicht dem Grade der Myopie oder der Fundusveränderungen parallel geht, wohl aber dem Grade der Glaskörperdestruktion. Das Myopieglaukom ist wahrscheinlich auch aus diesem Grunde selten und relativ gutartig. Die Wasserbindung des Glaskörpers ist an seine normale kolloidale Beschaffenheit gebunden. Vermehrte Quellung scheint ein wesentliches Moment der Glaukomgenese zu sein. In diesem Zusammenhang sei auch noch an die von Vogt und Verfasser beobachtete Zunahme der sagittalen Linsendicke bei Glaukom erinnert.

200 Bei der Synchysis scintillans sieht man an der Spaltlampe leuchtend weiße Kügelchen von verschiedener Größe. Als mittleres Maß wird von Vogt 0,05 mm angegeben. Sie sitzen in Reihen angeordnet den Glaskörperfäden auf. Die Kügelchen pendeln bei Bewegungen des Auges um ihre Ruhelage. Stärkere Destruktion gehört zu den Ausnahmen. Kristalle wurden bisher nicht beobachtet. Nach den Untersuchungen von Jeß beruht die Synchysis scintillans auf einer Störung des Kalkstoffwechsels, mit Ausscheidung von Kalziumoxalat und Karbonat.

7. Der Kammerwinkel.

Die Untersuchung des Kammerwinkels an der Spaltlampe hat keine allzugroße klinische Bedeutung. Abgesehen von den Veröffentlichungen Koeppes, dem wir den Ausbau der Methodik verdanken, liegt m. W. nur eine Mitteilung klinischer Befunde vor von Ascher. Neben der Schwierigkeit der Methodik und dem begrenzten Umfang ihrer Anwendbarkeit ist ein wichtiger Grund hierfür, daß das Koeppesche Augenmikroskop, mit einem Objekt und dem Stereookularansatz Bitumi, unentbehrlich ist. Es genügt daher in dieser, rein praktischen Fragen dienenden Zusammenfassung, ein kurzer Überblick über die Methode und die wichtigsten mit ihr erzielten Ergebnisse.

Der Kammerwinkel ist ohne besondere optische Hilfsmittel der direkten Beobachtung nicht zugänglich. Neben rein anatomischen Ursachen, dem unregelmäßigen Bau der peripheren Hornhautlamellen und der Verzeichnung beim schrägen Durchblick durch den Hornhautrand verhindert vor allem die Totalreflexion an der vorderen Hornhautfläche den Einblick in den Kammerwinkel.

Denken wir uns einen Lichtstrahl vom Kammerwinkel ausgehen, so gelangt dieser nicht aus dem Auge heraus, sondern wird durch Totalreflexion an der Hornhautvorderfläche in die gegenüberliegenden peripheren Iristeile bzw. den Kammerwinkel geleitet. An der Spaltlampe kann man das Phänomen der Totalreflexion innerhalb der vorderen Kammer leicht demonstrieren (Vogt). Läßt man z. B. das fokale Lichtbüschel ziemlich steil von vorne auf die tem-

porale Basis der Iris fallen, so entsteht in der Peripherie der nasalen Iris eine bogenförmige helle Zone (Abb. 33). Bei Lageveränderungen des fokalen Büschels wandert sie in umgekehrtem Sinne und verschwindet, wenn man das Büschel über eine gewisse periphere Zone hinaus pupillenwärts verschiebt. Der Kammerwinkel kann daher nur sichtbar werden, wenn man die Totalreflexion an der vorderen Hornhautfläche aufhebt. Den Weg hierzu hat neben Trantas Salzmann gewiesen. Salzmann benutzte zunächst das Kontaktglas von Fick, später ein nach eigenen Angaben angefertigtes. Er verlegte dadurch die brechende Hornhautoberfläche gewissermaßen nach der Oberfläche des Auflageglases. Durch die prismatische Wirkung eines solchen Glases werden aus dem Kammerwinkel austretende Strahlen so abgelenkt, daß sie nach außen gelangen und somit der Kammerwinkel der makroskopischen Beobachtung zugängig wird.

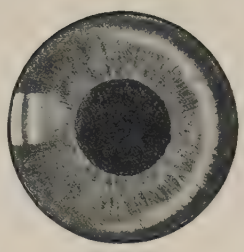


Abb. 33. Totalreflexion an der Hornhautvorderfläche. Das Lichtbüschel ist temporal auf die Irisbasis fokusiert. In der intermediären Zone der nasalen Iris entsteht durch Totalreflexion des Lichtes an der Hornhaut ein schmales bogenförmig beleuchtetes Gebiet.

Für die Untersuchung an der Spaltlampe genügt das Salzmannsche Auflegeglas nicht, da schon bei 10facher Vergrößerung eine starke astigmatische Verzeichnung auftritt. Koeppe errechnete hierfür ein besonderes Auflegeglas und außerdem eine Vorschaltkammer, die er aber selbst bald wieder verlassen hat. Das Koeppesche Glas ist sehr viel dicker als das Salzmannsche und hat infolgedessen auch eine stärkere prismatische Wirkung.

Methodik der Kammerwinkeluntersuchung nach Koeppe.

Vor Einsetzen des Glases wird die Pupille durch Eserin maximal verengt und darauf das Auge kokainisiert. Die konkave Seite des Kontaktglases wird mit physiologischer Kochsalzlösung gefüllt und das Glas mit den drei ersten Fingern der rechten Hand gefaßt. Mit dem 4. und 5. Finger zieht man bei nach vorn gebeugter Kopfhaltung des Patienten das Unterlid nach unten und setzt den kreisförmigen Falz des Glases auf das Unterlid. Mit der linken Hand zieht man dann das Oberlid stark nach oben und schiebt den Falz des Glases unter den Oberlidrand. Der Lidrand muß überall in den Falz eindringen und dadurch ein luftdichter Abschluß entstehen. Eindringende Luftblasen stören bei nicht zu großer Menge die Beobachtung nicht, sind sie reichlich vorhanden, so fällt das Glas meistens von selbst wieder heraus, wenn nicht, so nimmt man es wieder ab und setzt es von neuem ein. Das Glas ist ziemlich schwer und muß durch eine mit einem festen Knoten versehene, um den Kopf gelegte Binde

fixiert werden. Für die Aufnahme des Knotens ist in das Kontaktglas eine runde Delle eingeschliffen.

Nach Einsetzen des Glases bringt man den Patienten in bekannter Weise an die Spaltlampe, dreht aber seinen Kopf samt Kinnstütze so um die vertikale Achse, daß je nach der beabsichtigten Untersuchung der temporale oder nasale Hornhautrand nach vorn gerichtet ist. Eine Untersuchung des oberen und unteren Kammerwinkels ist nur bei horizontaler Lagerung des Patienten möglich (Ascher).

Zur Beleuchtung reicht die übervoltete Nitralampe aus, besser noch ist die Bogenspaltlampe. Der Spaltlampenarm wird ungefähr in die Frontalebene des Patienten gedreht, der Silberspiegel unter etwa 45° zum Beleuchtungsarm so aufgestellt, daß das Lichtbüschel den äußeren, dem Patienten zugekehrten Teil des Spiegels trifft. Die Beleuchtungslinse von + 10 dptr. verdient den Vorzug, da man bei ihrer Benutzung gegenüber einer Beleuchtungslinse mit einer Brennweite von 7 cm an Platz gewinnt. Man leitet nun das Lichtbüschel flach quer durch das Kontaktglas in den gegenüberliegenden Kammerwinkel und stellt das Mikroskop unter einen möglichst flachen Winkel zum Strahlengang jenseits des Silberspiegels auf den Kammerwinkel ein (Abb. 34).

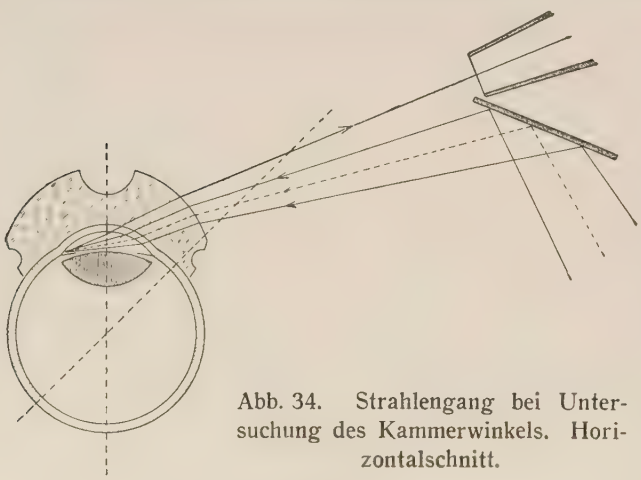


Abb. 34. Strahlengang bei Untersuchung des Kammerwinkels. Horizontalschnitt.

Die Methode läßt sich in vielen Fällen ohne größere Schwierigkeiten ausführen. Auszuschließen sind unruhige Patienten und Kinder. Das Kontaktglas paßt meist genügend gut. Bei enger Lidspalte kann allerdings das Einsetzen unmöglich werden, während bei abnorm weiter Lidspalte ein luftdichter Abschluß unerreichbar sein kann. Auch der Keratokonus stärkeren Grades ist ungeeignet und alle Fälle von Hornhaut- und Kammerwassertrübungen. Damit fällt ein großes Gebiet, namentlich alle Fälle von Iritis und Iridozyklitis, für die Untersuchung des Kammerwinkels völlig aus.

Eine neue Apparatur zur Untersuchung des Kammerwinkels, das Gonioskop, stammt von Uribe y Troncoso. Es gestattet unter Benutzung des Koeppeschen Kontaktglases den Kammerwinkel in allen Teilen einzustellen. Eigene Erfahrungen mit dieser Methode liegen nicht vor.

Der normale Kammerwinkel.

Die Untersuchung des Kammerwinkels mit dem Koeppeschen Augenmikroskop ergibt ein umgekehrtes Bild. Zur topographischen Orientierung stellt man vorteilhaft zunächst den Pupillarsaum ein und rückt von hier aus entlang der unter starken Verkürzungen gesehenen Irisvorderfläche allmählich gegen den Kammerwinkel vor. Ähnlich kann man auch der Hornhautrückfläche entlang vorgehen, deren graugrüne Farbe kurz vor dem Kammerwinkel in ein Weißgrau übergeht. Dieses weißgraue von oben nach unten verlaufende Band ist die Hornhautwurzel, die auch kleine Gefäße in geringer Menge enthält. Zwischen ihr und der Iris liegt der eigentliche Kammerwinkel. Die Einstellbarkeit des normalen Kammerwinkels hängt von der Ausbildung des peripheren Iriswulstes (Fuchs) ab. Ist er stark entwickelt und liegt er nahe an der Hornhautrückfläche, so kann der Einblick in den Kammerwinkel mehr oder weniger vollständig verschlossen sein. Miotica bewirken eine Freilegung des Kammerwinkels, Mydriatica das Gegenteil.

Im Kammerwinkel selbst erkennt man eine, in Abhängigkeit zur Refraktion 201
verschieden gut ausgeprägte, von oben nach unten verlaufende, etwas unregelmäßige graubraune Linie, die Oberfläche des Ziliarkörpers. Eine leichte Verschleierung dieser Partie ist durch das Ligamentum pectinatum bedingt. Bei stärkerer Vergrößerung (40fach) lassen sich die sehr verschieden gestalteten, meist meridional verlaufenden Fasern dieses Ligamentes unterscheiden. Sie ziehen von der Iriswurzel zur Hornhauthinterfläche, teils solitär, teils verzweigt ansetzend.

Der Ziliarrand der Iriswurzel sendet sehr variable Fortsätze zur Hinterfläche der Hornhaut aus (Salzmann), die Fasern des Ligamentum pectinatum überlagernd. Sie verhalten sich in bezug auf die Pigmentierung wie das Stroma der Iris.

Der Schlemmsche Kanal ist nicht sichtbar. Nach unserer anatomischen Vorstellung ist er innerhalb des erwähnten grauweißen Bandes an der Hornhautwurzel zu vermuten. Ein rötliches Durchschimmern ist bisher in keinem Falle beobachtet worden, wie es anzunehmen berechtigt wäre, wenn der Schlemmsche Kanal intra vitam Blut führte.

Senile Veränderungen.

Nach Koeppe tritt im Alter das Ziliarkörperrelief deutlicher hervor. Als Ursache gibt er eine Sklerose und Rarefikation des Ligamentum pectinatum und der Irisfortsätze an. Im nasalen und temporalen Kammerwinkel ist ferner als regelmäßige, mit der Atrophie des

Pupillarsaumes parallel gehende, Alterserscheinungen eine Pigmentation des Gerüstwerkes festzustellen (Salzmann). Den Irisfortsätzen kann Pigment in größerer Menge ein- und aufgelagert sein. Größere Pigmentmassen retinalen Ursprunges, namentlich auch in der Gegend des Schlemmschen Kanales, wie es Salzmann für den unteren Kammerwinkel beschrieb, konnte Koeppe in den seitlichen Bezirken als Alterserscheinungen nicht feststellen.

Die periphere Iriszone erscheint nach den Befunden Koeppes im Alter regelmäßig so stark atrophisch, daß das Pigmentepithel durchschimmert. Vor allem ist durch die periphere Altersatrophie der Iris die Ziliarkörperoberfläche in sehr viel mehr Fällen, Miosis vorausgesetzt, sichtbar als bei jugendlichen Individuen.

Der Kammerwinkel bei Glaukoma simplex.

Eine der frühesten Veränderungen beim Glaukoma simplex (das akute scheidet für die Spaltlampenuntersuchung selbstverständlich aus) ist ein Vor-
202 rücken des peripheren Iriswulstes und damit eine Behinderung des Einblickes in den Kammerwinkel, so daß schon bald die Ziliarkörperoberfläche nicht mehr sichtbar ist. Daneben findet sich verschieden starke Pigmentation des Gerüstwerkes, in der Form an die senile Pigmentation erinnernd, dem Grade nach meist wesentlich stärker. Koeppe vermutet hierbei bekanntlich ätiologische Zusammenhänge. Wenn auch die Akten über Ätiologie und Genese des primären Glaukoms noch lange nicht geschlossen sind, so dürfte doch die Möglichkeit des Pigmentglaukoms heute fast allgemein aufgegeben sein. Allerdings legt auch Koeppe den Hauptwert bei seinen Glaukombefunden an der Spaltlampe auf die Anlagerung der Iriswurzel an die Hornhauthinterfläche.

Chalkosis des Kammerwinkels.

Bei einem 9jährigen Kinde konnte Ascher mittels der Koeppeschen Methode, die am liegenden Patienten auch den oberen und unteren Kammerwinkel einzustellen erlaubte, eine braungrünlich schimmernde Verfärbung der hinteren Hornhautfläche im Bereich des Kammerwinkels nachweisen. Es handelte sich um eine beginnende Hornhautverkupferung. Der Kupfersplitter saß im Glaskörper.

8. Der Augenhintergrund.

Die Grenze, bis zu der man mit den bisher geschilderten Untersuchungsmethoden an der Spaltlampe in das innere Auge vordringen kann, ist etwa das vordere Glaskörperdrittel. Die Ursachen, die ein weiteres Eindringen in die Tiefe unmöglich machen, sind nach Koeppe in der Hauptsache folgende:

Die Apparatur erlaubt keine maximale Verkleinerung des Winkels zwischen Lichteinfall und mittlerer Mikroskopachse. Versucht man diesen Winkel unter etwa 30° zu verkleinern, so stößt die Beleuchtungslinse gegen das Mikroskop. Auch bei maximalweiter Pupille wirkt daher die Iris als störendes Diaphragma, so daß eine binokuläre Einstellung nur sehr schwer möglich wird. Durch die stark lichtbrechende Wirkung der Augenmedien wird das konvergente Lichtbüschel der Spaltlampe noch stärker konvergent gemacht. Der Fokus kann daher auch bei größter Annäherung der Beleuchtungslinse an die Hornhaut nicht bis zum Augenhintergrund vorgerückt werden. Die Lichtstrahlen vereinigen sich vielmehr schon vorher zum Schnitt, so daß das Büschel divergent auf den Augenhintergrund auftrifft und ihn diffus beleuchtet. Umgekehrt bildet das Hornhautmikroskop nur Strahlen zu einem scharfen Bild ab, die divergent von einem Punkt innerhalb der Brennweite der Objektive ausgehen, nicht aber parallele oder gar konvergente Strahlen, wie sie vom Augenhintergrund aus das Auge verlassen.

K o e p p e hat auch diese Schwierigkeiten durch Errechnung eines besonderen Kontaktglases überwunden und dadurch die Spaltlampenmikroskopie um ein weiteres, klinisch wichtiges Gebiet bereichert.

Das K o n t a k t g l a s hat die Aufgabe, die Refraktion des Auges möglichst vollständig aufzuheben. Versuche dieser Art sind in früherer Zeit des öfteren angestellt worden. M é r y und La H i r e tauchten enukleierte Augen in Wasser. Dadurch wurde die stark lichtbrechende, konvexe Hornhautoberfläche durch die plane Oberfläche des Wassers ersetzt. Infolgedessen treten vom Augenhintergrund ausgehende Strahlen nicht mehr parallel, sondern divergent aus. Der Augenhintergrund erscheint nach vorne gerückt und in ungefähr normaler Größe.

Zur Untersuchung am Lebenden konstruierte auf Grund dieser Versuche C z e r m a k sein Orthoskop, eine Augenbadewanne mit planer vorderer Begrenzung. C o c c i u s legte ein Deckgläschen auf die Hornhaut und erreichte damit denselben Effekt. S t i l l i n g wählte ein starkes Konkavglas von 15 mm Brennweite und konnte so ebenfalls bei einfacher seitlicher Beleuchtung den Augenhintergrund der direkten Beobachtung zugänglich machen.

Nach K o e p p e s Berechnung wurden von der Firma Z e i s s-Jena mehrere Modelle des Kontaktglases angefertigt. Als brauchbarstes hat sich das dritte bewährt. Die Vorderfläche ist leicht konvex (+ 5,0 dptr.), um störende Reflexe, wie sie an einer planen Fläche leicht auftreten würden, möglichst auszuschalten. Der Radius der Innenfläche ist etwas kleiner als der Hornhautoberflächenradius, nämlich gleich 8,0 mm. Mit einer passenden Trägerschicht liegt das Glas dem Limbus und der perikornealen Sklera auf. Das Kontaktglas hat eine

Brechkraft von — 59,5 dptr., ist also imstande, die Gesamtrefraktion des emmetropen Auges nahezu völlig aufzuheben. Das Bild der Retina erscheint in 0,96facher Verkleinerung und in 16,7 mm Abstand vom Hornhautscheitel. Bei Hyperopie liegt es dem Hornhautscheitel nähergerückt, bei Myopie weiter entfernt. Emmetrope und Hyperope eignen sich daher gut zur Untersuchung, höhere Myopien scheiden ganz aus, während mittlere Myopien bis höchstens — 8,0 bis — 10,0 dptr. noch einzustellen sind.

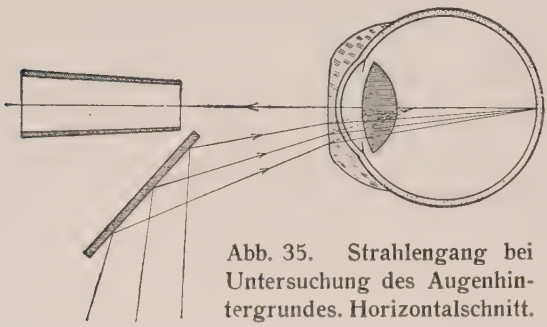


Abb. 35. Strahlengang bei Untersuchung des Augenhintergrundes. Horizontalschnitt.

Der Einwirkung durch das Kontaktglas unterliegt auch das Lichtbüschel der Spaltlampe. Die Konvergenz seines Strahlenganges wird so abgeschwächt, daß der Schnittpunkt nicht mehr im vorderen Glaskörperdrittel liegt, sondern auf den Augenhintergrund verlegt werden kann. Die fokale Beleuchtung des Augenhintergrundes ist damit ebenfalls ermöglicht (Abb. 35).

Die Untersuchungsmethodik nach Koeppe.

Nach Erzeugung maximaler Mydriasis wird die Hornhaut und Bindehaut durch einmaliges Einträufeln von Kokain unempfindlich gemacht. Die Innenseite des Kontaktglases wird mit physiologischer Kochsalzlösung angefüllt, das Glas mit den drei ersten Fingern der rechten Hand gefaßt, mit den übrigen Fingern das Unterlid nach unten gezogen und bei gebeugter Kopfhaltung des Patienten in die untere Übergangsfalte eingesetzt. Mit der linken Hand zieht man das Oberlid nach oben und kippt dann schnell das Glas auf die Hornhaut auf. Das Einsetzen gelingt im allgemeinen ohne Schwierigkeiten, außer bei kleinen Kindern und unruhigen Patienten.

Das Kontaktglas soll möglichst zentriert der Hornhaut aufsitzen. Nur selten wird man ohne eine Binde auskommen, deren Knoten gegen das Unterlid drücken muß, um dadurch das Glas am Heruntersinken zu hindern.

Der Silberspiegel wird in bekannter Weise unter etwa 45° zur Lichtrichtung aufgesetzt, der Spaltlampenarm ungefähr in Frontalebene aufgestellt und das Lichtbüschel am temporalen Pupillarsaum vorbei fokal auf den Augenhintergrund eingestellt. Unter makroskopischer Kontrolle sucht man sich die Papille auf oder eine sonstige Stelle des Augenhintergrundes, die man zu untersuchen wünscht, und stellt dann erst das Mikroskop ein.

Die feinere Einstellung des Fokus geschieht unter mikroskopischer Kontrolle. Dabei ist ein Unterschied gegenüber der Mikroskopie des vorderen Bul-

busabschnittes zu beachten. Die fokale Einstellung ist nur durch Vor- oder Zurückrücken des Beleuchtungsarmes zu regulieren. Der Silberspiegel wird dadurch gleichsinnig verlagert und ebenso die Brennebene des Lichtbüschels. Durch Verschieben der Beleuchtungslinse mittels ihrer beiden Schrauben wird das Lichtbüschel seitlich, nach oben oder unten verschoben.

Zur mikroskopischen Beobachtung eignen sich am besten die axialen Teile des Kontaktglases und der Pupille. Koeppe benutzte daher ausschließlich sein Augenmikroskop mit einem Objektiv. Der Vorteil des Mikroskopes für diesen besonderen Zweck ist nicht zu leugnen. Er wird auch nicht herabgesetzt durch die geringere Plastik und Lichtstärke. Die übervoltete Nitralampe reicht aus, wenn man die Beleuchtungslinse mit 7 cm Brennweite benutzt. Hat man eine Bogenspaltlampe zur Verfügung, so empfiehlt sich die Anwendung einer Beleuchtungslinse von 10 cm Brennweite.

Nach eigener Erfahrung ist die Einstellung des Augenhintergrundes mit dem gewöhnlichen Hornhautmikroskop bei maximal weiter Pupille sehr wohl möglich. Ohne größere Schwierigkeiten gelingt sie wenigstens bei Anwendung des schwächsten Objektivpaares. Für klinische Untersuchungen reicht die damit zu erzielende Vergrößerung aus. Der Silberspiegel wird dann am besten in der Mitte über dem Objektivpaar angebracht, aber auch seitliche Aufstellung ist möglich.

Die Vergrößerung, unter der man den Augenhintergrund sieht, entspricht ziemlich genau der Mikroskopvergrößerung, da, wie angegeben, nach Aufsetzen des Kontaktglases der Augenhintergrund ungefähr in normaler Größe erscheint.

Eine Anwendung der Koeppeschen Farbfilter, wenigstens der blaugrauen, hat gewisse Vorteile. Das rotfreie Filter ist auch bei Anwendung der Bogenspaltlampe nicht brauchbar.

Die Methode erlaubt die Papille und einen angrenzenden Bezirk von etwa 5 P D zu untersuchen. Außer höherer Myopie sind Fälle mit stärkerem Hornhautastigmatismus und mit Trübungen der brechenden Medien auszuschließen.

Die klinische Bedeutung der Mikroskopie des lebenden Augenhintergrundes an der Spaltlampe.

Die Koeppesche Methode der Augenhintergrundsmikroskopie hat sich bisher in die Augenheilkunde nicht eingeführt. Gründe dafür sind leicht zu finden. Vielleicht ist einer der wichtigsten die Tatsache, daß sie im Gegensatz zur Untersuchung des vorderen Augenabschnittes an der Spaltlampe nur wenig Neues zutage gefördert hat, einfach deswegen, weil uns andere vollwertige Methoden und deren Ergebnisse bereits zur Verfügung standen.

Wollen wir uns über Wert und Unwert der Augenhintergrundsuntersu-

chung an der Spaltlampe ein klares Bild schaffen, so ist ein Vergleich mit entsprechenden anderen Methoden und mit der Mikroskopie des vorderen Bulbusabschnittes notwendig.

Das wesentlich Neue der modernen binokulären Augenspiegel ist nicht die Möglichkeit, stärkere Vergrößerungen anzuwenden, sondern die stereoskopische Beobachtung. Auf den hervorragenden diagnostischen Wert des plastischen Augenhintergrundsbildes hat neuerdings Wessely nachdrücklich hingewiesen. Mit vollem Recht betont er, daß die großen, binokulären Ophthalmoskope nicht nur Demonstrationszwecken dienen, sondern zum regelmäßigen Bestande der täglich anzuwendenden Untersuchungsmethoden zu rechnen sind. Neben dem Wesselyschen und Thornerschen wird heute in der Hauptsache das Gullstrandsche Ophthalmoskop benutzt.

Hinsichtlich der Plastik steht die Koeppesche Apparatur dem Gullstrandschen Ophthalmoskop nicht nach, wenigstens nicht bei Anwendung des Hornhautmikroskopes. Aber auch die etwas geringere parallaktische Verschiebung des Bitumi gibt ein vollkommen ausreichendes Tiefensehen.

Der Hauptunterschied der beiden Methoden liegt in der Beleuchtung. Während im Gullstrandschen und den ihm verwandten Augenspiegeln der Augenhintergrund diffus beleuchtet wird, benutzt Koeppe das scharf begrenzte fokale Lichtbüschel der Spaltlampe. Dadurch wird nicht nur eine Beobachtung im direkten, sondern auch im indirekten Licht möglich. Wenn man, wie Verfasser seit Jahren, beide Methoden nebeneinander benutzt, so erweist sich doch in einigen Fällen die fokale direkte und indirekte der diffusen Beleuchtung überlegen. Das gilt vor allem für die Untersuchung der Netzhautablösung. Es hintergrund diffus beleuchtet wird, benutzt Koeppe das scharf begrenzte fokale dürfte kaum eine andere Methode geben, die es gestattet, durch die abgelöste
206 Netzhaut hindurchzusehen. Im fokalen Licht der Spaltlampe läßt sich der subretinale Erguß ziemlich genau untersuchen. Die Differentialdiagnose gegen
209 Chorioideatumoren ist daher auch bei gleichzeitiger seröser Netzhautablösung oft noch sicher möglich. Das gilt namentlich von kleinen Ablösungen am hinteren Pol. Auch die Diasklerallampe kann hier bekanntlich zweifelhafte Resultate ergeben. Aderhautgeschwülste sind an der Spaltlampe sowohl an ihrer Struktur, wie auch am Pigmentgehalt zu erkennen. Auch in sehr schwach pigmentierten Tumoren erkennt man meistens die schwarzen Pigmentflecken.

Feinste Makulaveränderungen sind bei fokaler Beleuchtung deutlicher zu erkennen als bei diffuser. Das rotfreie Licht hat sich jedoch beiden Methoden wesentlich überlegen erwiesen.

Bei Untersuchung der Papille sind Unterschiede zwischen beiden Me-

thoden nicht sehr auffallend. Zu erwähnen ist die Abhebung der Limitans interna bei beginnender Stauungspapille (Schieck, Koeppe, Meesmann). Sie tritt an der Spaltlampe etwas deutlicher hervor als am Gullstrandschen Ophthalmoskop. Bei der gleichen Papillenveränderung sieht man gelegentlich an der Spaltlampe eine ampullenförmige Aufblähung der perivaskulären Lymphscheiden. Sie sind mit wasserhellem Inhalt gefüllt und treten bei diffuser Beleuchtung nicht hervor. Trübung des Inhaltes der Lymphscheiden ist an der Spaltlampe schon frühzeitig zu erkennen, das gleiche gilt von Trübung und Schwellung des gesamten Papillargewebes, wenn auch hierbei der Unterschied gegenüber der diffusen Beleuchtung weniger ausgesprochen ist. 204, 210 203

Ein Vergleich zwischen der Spaltlampenmikroskopie des vorderen und hinteren Bulbusabschnittes fällt zuungunsten der letzteren Methode aus. Zunächst ist am Augenhintergrund nur die direkte und indirekte Beleuchtung möglich. Dabei erfährt die direkte Beleuchtung noch eine wesentliche Beschränkung ihrer Anwendungsmöglichkeiten. Als klinisch besonders wertvoll hat sich die Tiefenlokalisation im verengten Büschel erwiesen. Außer der Verengerung des Büschels ist die wesentliche Grundlage dieser Methode ein möglichst großer Winkel zwischen Beleuchtungs- und Beobachtungsrichtung. Der „optische Schnitt" hat seine große Bedeutung vor allem deswegen, weil er erlaubt, die einzelnen von ihm getroffenen Gewebsschichten nebeneinander und daher gewissermaßen, unabhängig vom stereoskopischen Sehen, räumlich getrennt zu sehen. Die Einstellung des Augenhintergrundes ist an der Spaltlampe nur bei maximaler Verkleinerung des in Betracht kommenden Winkels möglich. Die vom fokalen Lichtbüschel getroffenen Gewebsteile liegen daher für unsere Beobachtung nicht neben-, sondern hintereinander. Sie decken sich demnach praktisch so gut wie vollständig. Die wertvolle Tiefenlokalisation nach Vogt ist daher nicht möglich. Zur Feststellung von Tiefenunterschieden bleibt daher nur das weniger genaue stereoskopische Sehen übrig. In bezug auf Tiefenbestimmungen ist daher die Mikroskopie des Augenhintergrundes an der Spaltlampe anderen binokularen Methoden nicht überlegen.

Auf Grund dieser Feststellungen läßt sich m. E. Bestimmtes über den Wert der Augenhintergrundsmikroskopie an der Spaltlampe aussagen. Für den praktischen Augenarzt, der über eine Spaltlampe verfügt, nicht aber über ein binokuläres Ophthalmoskop, kommt sie als Ersatz für letzteres in vielen Fällen in Betracht. Silberspiegel und Kontaktglas sind die einzigen unbedingt notwendigen Zusatzapparate. Allerdings soll die methodische Schwierigkeit nicht geleugnet werden. Während die Einstellung am Gullstrand keine

Übung verlangt, ist sie für die Koeppesche Methode unerläßlich. Auch hierin liegt ein wesentlicher Hinderungsgrund ihrer Verbreitung. Neben dem binokulären Ophthalmoskop kommt die Spaltlampe allerdings seltener in Betracht. Die fokale direkte und indirekte Beleuchtung zeigt sich nur bei den erwähnten Fällen von Netzhautablösung, feinsten Makulaveränderungen und bis zu einem gewissen Grade bei beginnenden Papillenerkrankungen überlegen.

Einige wenige Abbildungen sollen zur Illustration des Gesagten dienen. Eine größere Übersicht über die Augenhintergrundserkrankungen ist selbstverständlich ebenso unmöglich wie unnötig.

Literatur.

I. Zusammenfassende Werke.

1920. Koeppe, L.: Die Mikroskopie des lebenden Auges. I. Berlin, Verlag Jul. Springer.

1921. Vogt, A.: Atlas der Spaltlampenmikroskopie des lebenden Auges. (Deutsch, Französisch, Englisch, Italienisch.) Berlin, Verlag Jul. Springer.

1922. Koeppe, L.: Die Mikroskopie des lebenden Auges. II. Berlin, Verlag Jul. Springer.

1924. Koby, Ed.: Microscopie de l'oeil vivant. Paris, Masson et Cie.

1925. Erggelet, H. Das Spaltlampengerät. Graefe-Saemisch: Handbuch der gesamten Augenheilkunde. 3. Bd., 3. Aufl. Berlin, Jul. Springer.

II. Apparatur und Methodik.

1911. Gullstrand: Demonstration der Nernst-Spaltlampe, Heidelberger Bericht. 1911. S. 374—376.

1916. Henker. Ein Träger für die Gullstrandsche Nernstspaltlampe. Zeitschrift für ophthal. Optik. 4. S. 75—85.

1920. Koeppe: Die Anwendung des Bitumi und Orthobitumi etc. Heidelberger Bericht 1920. S. 322 bis 329.

1920. Koeppe: Die optischen Hilfsmittel zur Erforschung des lebenden Auges etc. Deutsch. optisch. Wochenschr. 31/32 S. 258—261, 33/34 S. 280—281.

1920. Koeppe: Die biophysikalischen Untersuchungsmethoden der normalen und pathol. Histologie des lebenden Auges. Aus Handbuch der biolog. Arbeitsmethoden von E. Abderhalden. Berlin-Wien 1920.

1920. Vogt, A.: Die Tiefenlokalisation in der Spaltlampenmikroskopie. Zeitschrift für Augenheilkunde. 43. S. 393.

1920. Streuli: Beleuchtungstechnik der Spaltlampe. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 65. S. 769—782.

1921. Birkhäuser: Eine neue Beleuchtungsvorrichtung mit Bogenlicht für die Untersuchung des vorderen Bulbusabschnittes. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 66. S. 240 bis 248.

1921. Schnyder. Bemerkungen zur Technik der Spaltlampenmikroskopie etc. Zeitschr. f. Augenheilk. 45. S. 76—82.

1921. Streuli, Beleuchtungstechnik d. Spaltlampe. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 66. S. 512—524.

1921. Vogt, A.: Vergleichende Messungen der spezifischen Helligkeit von Nernst-, Nitro- und Bogenspaltlampe etc. Zeitschr. f. Augenheilkunde. 46. S. 1—7.

1921. Vogt, A.: Fehldiagnosen am Spaltlampenmikroskop etc. etc. Arch. f. Ophthal. 165. S. 507—527.

1922. Koby: Propriétés optique du faisceau lumineux de la lampe

à fente. Arch. d'opht. 39. S. 662 bis 673.
1923. Hartinger: Zur Photometrie der Gullstrandschen Spaltlampe. Zeitschr. f. ophth. Opt. 11. S. 9—23.
1923. Koby: Les images catoptriques et les zones miroitantes etc. Rev. gén. d'opht. 1923. S. 507.
1924. Birkhäuser: L'importance de la forme focale du faisceau lumineux dans l'examen à la lampe à fente. Bull. et mém. de la soc. franç. d'opht. 37. S. 341—346.
1924. Fincham: A new form of corneal microscope with combined slit-lamp illuminating device. Transact. opt. Soc. 1923/24. S. 113—122.
1924. Koby: Les ombres portées en microscopie oculaire sur le vivant. Arch. d'ophth. 41. S. 271—277.
1924. Sacho: Quelques phénomènes optiques relatifs aux bulles de la cornée. Arch. d'opht. 1924. S. 491.
1925. Arruga: Ein neuer Linsenhalter für die Gullstrandsche Spaltlampe. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 74 S. 453—455.
1925. Echtermeyer: Der Wert der Spaltlampe in der Praxis. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 74. S. 41—49.
1925. Graves: Some practical notes on slit lamp apparatus. Amer. journ. of ophthal. 8. S. 115—119.
1925. Koby: Une modification de la lampe à fente: Utilisation d'un faisceau lumineux astigmatique. Rév. gén. d'opht. 39. S. 53—59.
1925. Koby: Le rôle optique des bulles en microscopie oculaire. Arch. d'opht. 42. S. 280—284.
1925. Kreiker: Einige nicht der Mikroskopie des Auges dienende Verwendungsmethoden der Spaltlampe. Zeitschr. f. Augenheilk. 55. S. 45—51.
1925. Thiel: Ein Beitrag zur Spaltlampenmikroskopie des Auges im ultravioletten Lichte. Zeitschr. f. Augenheilk. 58. S. 86—91.

III. Bindehaut.

1917. Koeppe: Klin. Beobachtungen mit der Nernstspaltlampe. 6. Mitteilung. Arch. f. Ophthal. 93. S. 275—298.
1917. Koeppe: Klin. Beobachtungen mit der Nernstspaltlampe. 7. Mitteilung. Arch. f. Ophthal. 94. S. 117—163.
1918. Koeppe: Klin. Beobachtungen mit der Nernstspaltlampe. 12. Mitteilung. Arch. f. Ophthal. 97. S. 1—33.
1920. Meesmann: Pigmentation des Limbus corneae bei Morbus Addisoni. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 65. S. 316—327.
1921. Hinnen. Die Altersveränderungen des vorderen Bulbusabschnittes etc. Zeitschr. f. Augenheilk. 45. S. 129—142.
1923. Knüsel: Vital-Färbungen am menschlichen Auge. III. Zeitschr. f. Augenheilk. 51. S. 257—270.
1923. Marx: Über Anatomie, Physiologie und Pathologie des Augenlidrandes und der Tränenpunkte. (Holländisch.) Ref. Zentralbl. f. d. gesamte Ophthal. 12. S. 73—74.
1923. Vonwiller: Über die Vitalfärbung am Menschen. Anat. Anzeiger. 57. S. 164—166.
1924. Ascher: Über physiologische und pathologische oberflächliche Pigmentierungen u. Pigmentringe am Hornhautrande etc. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 72. S. 138—151.

1924. Knüsel: Vitale Färbungen am menschlichen Auge. Zeitschr. f. Augenheilk. 53. S. 61—82.
1924. Knüsel: Vitale Färbungen am menschlichen Auge. IV. 6. Zeitschr. f. Augenheilk. 53. S. 191 bis 198.
1924. Marx: Über vitale Färbungen am Auge und an den Lidern. Arch. f. Ophthal. 114. S. 465—482.
1925. Pesme und Ramon: La différenciation chromatique des lymphatiques conjonctivaux dans l'examen microscopique de l'oeil vivant. Arch. d'ophth. 43. S. 93—97.

IV. Hornhaut.

1905. Axenfeld: Für Kenntnis der isolierten Dehiscenzen der Membrana Descemeti. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 43. S. 157.
1907. Goldberg: Pigmentkörperchen an der Hornhauthinterfläche. Arch. f. Augenheilk. 58. S. 324.
1913. Fleischer: Über die Sichtbarkeit der Hornhautnerven. Heidelberger Bericht 1913. S. 232.
1913. Strebel und Steiger: Über Keratokonus. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 51. S. 284.
1914. Streiff: Zur method. Untersuchung der Blutzirkulation in der Nähe des Hornhautrandes. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 53. S. 395.
1915. Stähli: Klinik, Anatomie und Entwicklungsmechanik der Haabschen Bändertrübung. Arch. f. Augenheilk. 79. S. 141.
1916. Koeppe: Klin. Beobachtungen mit der Nernstspaltlampe. Arch. f. Ophthal. 91. S. 363—379. Mitteilung II.
1917. Koeppe: Klin. Beobachtungen mit der Nernstspaltlampe. 8. Mitteilung. Arch. f. Ophthal. 94. S. 250—266.
1917. Koeppe: Klin. Beobachtungen mit der Nernstspaltlampe. 5. Mitteilung. 93. S. 173—215.
1918. Stähli: Über den Fleischerschen Ring beim Keratokonus etc. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 60. S. 721.
1919. Koeppe: Klin. Beobachtungen mit der Nernstspaltlampe. 15. Mitteilung. Arch. f. Ophthal. 99. S. 1—15.
1919. Vogt, A.: Reflexlinien durch Faltung spiegelnder Grenzflächen im Bereiche von Cornea Linsenkapsel und Netzhaut. Arch. f. Ophthal. 99. S. 296.
1920. Clausen: Keratokonus und seine Behandlung. Heidelberger Bericht. 42. S. 288—294.
1920. Guist: Ein Beitrag zur Klinik der Haabschen Bändertrübung. Zeitschr. f. Augenheilk. 44. S. 242—246.
1920. Guist: Ein Beitrag zur Klinik der Haabschen Bändertrübung. Zeitschr. f. Augenheilk. 44. S. 242—246.
1920. Hedinger und Vogt, A.: Klinische und anatomische Beobachtungen über Faltung der Hornhaut etc. Arch. f. Ophthal. Bd. 102. S. 354—365.
1920. Kraupa: Pigmentierung der Hornhautrückfläche bei „Dystrophia epithelialis (Fuchs)". Zeitschr. f. Augenheilk. 44. S. 247—250.
1920. Kraupa: Pigmentierung der Hornhauthinterfläche bei »Dystrophia epithelialis (Fuchs)«. Zeitschr. f. Augenheilk. 44. S. 5—6.
1920. Schnyder: Untersuchungen des normalen und pathologischen Endo-

thels der Hornhaut mittelst der Nernstspaltlampe. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 65. S. 783—812.
1920. Stähli: Über eine besondere Form von Betauung der Cornealrückfläche. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 65. S. 106—107.
1920. Stähli: Über eine besondere Form von Betauung der Cornealrückfläche. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 65. S. 106—107.
1920. Sübel: Berufschädigung der Bindehaut und Hornhaut durch Silber. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 68. S. 647.
1920. Vogt, A.: Die Sichtbarkeit des lebenden Hornhautendothels etc. Arch. f. Ophthal. 101. S. 123.
1921. Gradle: Clinical observations with the slit lamp of Gullstrand. Americ. journ. of ophthalmol. 4. S. 427—428.
1921. Grüninger: Klin. und anatom. Untersuchungen über die Epithelpigmentlinie der Cornea. Zeitschr. für Augenheilk. 46. S. 317—328.
1921. Junius: Über Keratitis disciformis. Arch. f. Ophthal. 105. S. 177—204.
1921. Knüsel und Vonwiller: Die Sichtbarmachung des menschlichen Hornhaut- und Bindehautepithels durch vitale Färbung. Schweiz. med. Wochenschr. 51. S. 777—780.
1921. Koeppe: Über Spaltlampenbeobachtungen in Spanien. Zeitschr. f. Augenheilk. 46. S. 273—285.
1921. Kraupa: Über Leistenbildung der Descemeti etc. Arch. f. Ophthal. 107. S. 30—48.
1921. Vogt, A.: Weitere Ergebnisse der Spaltlampenmikroskopie etc. I. Abschnitt: Hornhaut. Arch. f. Ophthal. 106. S. 63—103.
1922. Duverger et Lampert: Kératites superficielles et kératites profondes. Arch. d'ophth. 39. S. 472—483.
1922. Fleischer: Über den Hämosiderinring im Hornhautepithel bei Keratokonus etc. Klin. Monatsbl. für Augenheilk. 68. S. 41—50.
1922. Friede: Zur Klinik der Mikrocornea und ihrer Übergangsformen. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 69. S. 561—582.
1922. Jendralski: Der Fleischersche Ring bei Wilsonscher Krankheit. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 69. S. 750—753.
1922. Jess: Hornhautverkupferung etc. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 69. S. 218—226.
1922. Lüssi: Physiologische Tröpfchenbeschläge der Hornhautrückfläche. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 69. S. 112—116.
1922. Moeschler: Untersuchungen über Pigmentierung der Hornhautrückfläche etc. Zeitschr. f. Augenheilk. 48. S. 195—202.
1922. Knüsel: Die Sichtbarmachung von Epithel und Bindegewebstellen etc. am vitalgefärbten Auge. Vonwiller: Anatomischer Teil. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 69. S. 125—126.
1922. Koby: Réflexion de la lumière par la cornée dans la microscopie à la lampe à fente. Rev. gén. d'ophthal. 36. S. 435—446.
1922. Triebenstein: Die Rosaceaerkrankungen des Auges. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 68. S. 3—36.
1923. Bedell: A study of the cornea with slit lamp and microscope. Transact. of the Americ. acad. of ophth. a. otolaryngol. 1923. S. 50—65.

1923. Erggelet: Kammerwassereinbruch in das Hornhautgewebe bei Keratokonus. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 70. S. 768.
1923. Friede: Zur Klinik der Megalocornea. Arch. f. Ophthal. 111. S. 393—433.
1923. Frese: Zur Frage der Keratitis gummosa. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 71. S. 620.
1923. Hanssen: Über Hornhautverfärbung. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 71. S. 399—409.
1923. Knüsel: Vitale Färbungen am menschlichen Auge. Zeitschr. f. Augenheilk. 50. S. 23—28.
1923. Meesmann: Zur Frage der Entstehung des Fleischerschen Hämosiderinrings bei Keratokonus. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 70. S. 740—742.
1923. Vogt, A.: Zur senilen Hornhautlinie. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 71. S. 632.
1924. Ascher: Hämatogene Hornhautargyrose. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 74. S. 414.
1924. Duverger et Lampert: Kératites parenchymateuses évoluées et vascularisation profonde. Bull. et mém. de la soc. franç. d'opht. 37. S. 353–362.
1924. Graves: A bilateral chronic affection of the endothelial face of the cornea etc. Brit. journ. of ophthl. 8. S. 502—544.
1924. Graves: Notes on microscopy of the living lye. Brit. journ. of ophth. 8. S. 467—472.
1924. Graves. The slit lamp and the histological features of a small tumour at the limbus. Transact. of the oph. soc. of the United Kingdom. 44. S. 197—210.
1924. Handmann: Über eine noch nicht beschriebene obere horizontale Linie der normalen Hornhaut. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 70. S. 659—666.
1924. Joël: Der Arcus corneae bei Jugendlichen. Klin. Wochenschr. 3. S. 269—272.
1924. Kestenbaum: Sogenannte Glasleisten nach Keratitis parenchymatosa. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 73. S. 492.
1924. Knüsel: Ein neuer Spaltlampenbefund bei Chalkosis der Hornhaut. Arch. f. Ophthal. 113. S. 282—285.
1924. Lampert: De la localisation des processus pathologiques dans la cornée. Arch. d'ophth. 41. S. 217—219.
1924. Lehner: Die Zirkulation im Randschlingennetz des menschlichen Auges bei reizfreiem und entzündeten Bulbus. Arch. f. Ophthal. 113. S. 16–30.
Ricker: Bemerkungen zu der Abhandlung Lehners etc. Arch. f. Ophthal. 113. S. 421—426.
1924. Meesmann: Sekundäre Verfettung beider Hornhäute. Augenärztl. Gesellsch. Berlin. Ref. Zentralbl. f. d. ges. Ophthal. 14. S. 106.
1924. Schnyder: Herpetiforme Erkrankungen der Hornhautrückfläche. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 73. S. 385—390.
1924. Versé: Über die Augenveränderungen bei der experimentellen Lipocholesterinämie des Kaninchens Virchows Arch. 250. S. 252—274.
1924. Viterbi: Cornée, iris et cristallin au microscope cornéen avec la lampe à fente. Bull. et mém. de la soc. franç. d'ophth. 37. S. 346 bis 353.
1924. Vogt, A.: Zur senilen Hornhautlinie und zu den senilen Horizon-

talbrüchen der Bowmanschen Membran. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 71. S. 632—637.

1924. Weve: Über Keratitis uratica. Heidelberger Bericht 1924. S. 236.

1925. Bedell: Some unusual corneal cases as seen with the slit-lamp. Transact. of the Amer. oph. soc. 23. S. 198—203.

1925. Denti: Della degenerazione marginale delle cornea. Boll. d'oculist. 4. S. 689 – 707.

1925. Friedenwald: Epithelial dystrophy of the cornea. Brit. journ. of opthal. 9. S. 14 – 20.

1925. Fuchs, A.: Zur Kenntnis der gittrigen Hornhautentartung. Zeitschr. f. Augenheilk. 57. S. 159—186.

1925. Gifford: Epithelial dystrophy and recurrent erosion etc. Arch. of ophth. 54. S. 217—232.

1925. Gifford: Marginal dystrophy of cornea. Americ. journ. of. ophth. 8. S. 16—23.

1925. Gifford: Epithelial dystrophy of the cornea and its relation of endothelial dystrophy. Amer. of ophth. 9. S. 81—85.

1925. Kirby: Excrescences of the central area of Descemet's membrane. Arch. of ophth. 54. S. 588 – 591.

1925. Knüsel: Anwendung der vitalen Färbung in der Praxis. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 75. S. 468 bis 469.

1925. Knüsel: Über Narben und bläschenartige Gebilde auf der Hornhautrückfläche. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 75. S. 318—322.

1925. Knüsel: Die Sichtbarkeit des normalen Hornhaut- und Bindehautepithels im optischen Schnitt. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 75. S. 310—318.

1925. Kreiker: Über die Entstehungsweise der Hornhautaderung etc. Arch. f. Ophthal. 116. S. 156 – 167.

1925. Kümmel: Über die Fuchsschen Aufhellungsstreifen von Hornhauttrübungen. Arch. f. Augenheilk. 95. S. 204—213.

1925. Pascheff: Spaltlampenuntersuchungen über einige seltene Formen der Hornhautentzündung. (Bulgarisch). Ref. Zentralbl. f. d. ges. Ophthal. 16. S. 839—840.

1925. Rohrschneider: Über den arcus lipoides corneae senilis etc. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 74. S. 93—110.
Versé: Über den Cholesteringehalt des Blutes etc. (Als Ergänzung zur vorstehenden Arbeit von Rohrschneider). Klin. Monatsbl. f. Augenheilk 74. S. 110—112.

1925. Sallmann: Über Hornhautverkupferung nach therapeut. Anwendung von Kupferpräparaten. Zeitschr. f. Augenheilk. 57. S. 373.

1925. Schnyder: Mitteilung über zwei weitere Fälle von blasigen Veränderungen der Hornhautrückfläche. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 75. S. 466—467.

1925. Stanko: Familiäre gittrige Hornhautdegeneration. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 73. S. 787 und 74 S. 357—360.

1925. Steindorff: Berufsargyrose der Cornea. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 75. S. 777.

1925. Versé und Rohrschneider: Über die Entstehung des Arcus lipoides corneae im Tierexperiment und beim Menschen. Klin. Wochenschr. 3. S. 1528—1529.

1925. Wirth: Zur Histologie der knötchenförmigen Hornhauttrübung. Zeitschr. f. Augenheilk. 58. S. 106 bis 114.

1926. Metzger: Zur Entstehung der Fuchsschen Narben-Aufhellungsstreifen. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 76. S. 202—205.
1926. Weil: Sur un reseau de trabécules rétrocornéens Consécutif à une kératite parenchymateuse héré dospécifique. Annal. d'occulist. 163. S. 100 – 114.

V. Vordere Kammer.

1915. Berg: Über sichtbare Strömung in der vorderen Augenkammer. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 55. S. 61.
1915. Erggelet: Bemerkungen über die Wärmeströmung in der vorderen Kammer. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 55. S. 229.
1917. Koeppe: Klin. Beobachtungen mit der Nernstspaltlampe. 9. Mitteilung. Arch. f. Ophthal. 94. S. 267—274.
1917. Plocher: Die Wärmeausströmung in der Vorderkammer. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 58. S. 371.
1920. Vogt, A.: Die Diagnose partieller und totaler Vorderkammeraufhellung mittelst Spaltlampenmikroskop. Zeitschr. f. Augenheilk. 1920. S. 237.
1921. Vogt, A.: Weitere Ergebnisse der Spaltlampenmikroskopie etc. II. Abschnitt: Vorderkammer. Arch. f. Ophthal. 106. S. 104—113.
1922. Lüssi: Physiol. Tröpfchenbeschläge der Hornhautrückfläche. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 69. S. 112.
1923. Guggenheim: Untersuchungen über die physiol. und pathol. Tröpfchenlinie der Hornhautrückfläche. Zeitschr. f. Augenheilk. 51. S. 145—156.
1923. Heydt: The visibility of corpuscular elements within the aqueous. Amer. journ. of ophth. 6. S. 822—824.
1923. Stadjuhar: Freie bewegliche Cyste in der Vorderkammer. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 70. S. 743—750.
1924. Meesmann. Anatomischer Befund eines Auges mit massenhafter Ablagerung von Cholesterinkristallen in der vorderen Kammer und sekundärer Atheromatose der Hornhaut. Arch. f. Augenheilk. 94. S. 56—71.
1925. Graves: The outstanding beam of the aqueous fluid. Americ. journ. of ophth. 8. S. 8—15.

VI. Regenbogenhaut.

1916. Koeppe: Klin. Beobachtungen mit der Nernstspaltlampe. Mitteilung I. Arch. f. Ophthal. Bd. 92. S. 115 bis 144.
1916. Koeppe: Klin. Beobachtungen mit der Nernstspaltlampe. Mitteilung III. Arch. f. Ophthal. 92. S. 341—420.
1916. Koeppe: Die Rolle des Pigmentes beim Glaukom. Heidelberger Bericht. 1916. S. 478.
1917. Koeppe: Klin. Beobachtungen mit der Nernstspaltlampe. 4. Mitteilung. Arch. f. Ophthal. 93. S. 151—172.
1918. Koeppe: Klin. Beobachtungen mit der Nernstspaltlampe. 13. Mitteilg. Arch. f. Ophthal. 97. S. 34—56.

1919. Koeppe: Klin. Beobachtungen mit der Nernstspaltlampe. Arch. f. Ophthal. 99. S. 249—295.
1920. Lindberg: Beiträge zum klinischen Bilde der angeborenen sog. Kerben am Pupillarrande etc. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 65. S. 723—733.
1920. Stähli: Über Flocculusbildung der menschlichen Iris. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 65. S. 349.
1921. Rumbaur: Über sternförmige Reste der Pupillarmembran etc. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 66. S. 737—742.
1921. Vogt, A.: Cystenbildung am Pupillarsaum. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 67. S. 330.
1922. Arlt: Ein anatom. Befund bei sternförmigen Resten der Pupillarmembran. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 68. S. 86—88.
1922. Bedell: Observations on the iris etc. Transact. of the sect. on ophthal. of the Americ. med. assoc. St. Louis. 1922. S. 148—159.
1922. Carus: Ein Fall von postoperativer, cystenartiger Bildung in der vorderen Kammer etc. Arch. f. Augenheilk. 91. S. 252—255.
1922. Vogt, A.: Die normale und die senil veränderte Iris. Arch. f. Ophthal. 109. S. 404—427.
1922. Vogt, A.: Persistierende Pupillarmembran durch Blennorrhoe. Zeitschr. f. Augenheilk. 1922. S. 67.
1923. Alemáno: Mikroskopische Untersuchungen des lebenden Auges. (Spanisch). Ref. Zentralbl. f. d. gesamte Ophthal. 12. S. 79.
1923. Cattaneo: Deposito e formazioni pigmentate sulla cristalloide anteriore. Ann. di ottalmol. e clin. occulist. 51. S. 634—653.
1923. Jess: Zur Frage des Pigmentglaukomes. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 71. S. 175.
1923. Riedl: Über Beziehungen von angeborenen Linsentrübungen zur Pupillarmembran. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 69. S. 482.
1923. Toulaut: Les précipités pigmentaires en étoile de la cristalloide antérieure. Arch. d'ophthal. 40. S. 283—291.
1923. Vogt, A.: Über die pathol. veränderte Iris. Arch. f. Ophthal. 111. S. 91—127 und 112. S. 89—132.
1925. Braunstein: Multiple spontane pigmentierte Cysten der Irishinterfläche. Arch. f. Ophthal. 115. S. 380—385.
1925. Friedenwald und Friedenwald: Glottilar massesn o the pupillary margin in acute circumscripte chorioretinitis. Transact. of the Americ. ophth. soc. 23. S. 106 bis 120.

VII. Linse.

1907. Brückner, A.: Über Persistenz von Resten der Tunica vasculosa lentis. Arch. f. Augenheilk. 56. Ergänzungsheft.
1911. Elschnig: Klin.-anatom. Untersuchungen zur Kenntnis des Nachstares. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 49. S. 327.
1913. Vogt, A.: Analytische Untersuchungen über die Fluoreszenz der menschlichen Linse und der Linse des Rindes. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 51. S. 129.
1914. Elschnig: Klin.-anatom. Beitrag zur Kenntnis des Nachstares. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 49. S. 444.

1915. Vogt, A.: Der menschliche Linsenchagrin und die Chagrinkugeln. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 54. S. 194.
1916. Brückner: Pigment-Nachstar. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 62. S. 461.
1916. Fleischer: Über Myotonia atrophicans und Cataract. Heidelberger Bericht. 1916.
1917. Lüssi: Das Relief der menschlichen Linsenkernvorderfläche im Alter. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 59. S. 1.
1917. Schürmann: Weitere Untersuchungen über die Linsenchagrinierung. Zeitschr. f. Augenheilk. 22. S. 11.
1919. Vogt, A. und Lüssi: Weitere Untersuchungen über das Relief der menschlichen Linsenkernvorderfläche. Arch. f. Ophthal. 100. S. 157.
1917. Vogt, A.: Ein embryonaler Kern der menschlichen Linse etc. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 59. S. 452.
1917. Vogt, A.: Über Farbenschillern des vorderen Rindenbildes der menschlichen Linse. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 59. S. 518.
1917. Vogt, A.: Das vordere Linsenbild bei Verwendung der Gullstrandschen Nernstspaltlampe. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 59. S. 514.
1918. Vogt, A.: Der Altersstar, seine Heredität und seine Stellung zu exogener Krankheit und Senium. Zeitschr. f. Augenheilk. 40. S. 135.
1918. Vogt, A.: Klin. und experiment. Untersuchungen über die Genese der Vossiusschen Ringtrübung. Zeitschr. f. Augenheilk. 40. S. 213.
1918. Vogt, A.: Faltenartige Bildungen in der senilen Linse, wahrscheinlich als Ausdruck lamellärer Zerklüftung. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 60. S. 34.
1918. Vogt, A.: Die vordere axiale Embryonalkatarakt der menschlichen Linse. Zeitschr. f. Augenheilk. 41. S. 125.
1918. Vogt, A.: Die Untersuchung der lebenden menschlichen Linse mit Gullstrandscher Spaltlampe etc. Heidelberger Bericht. 1918. S. 286.
1919. Vogt, A.: Der hintere Linsenchagrin bei Verwendung der Gullstrandschen Spaltlampe. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 62. S. 396.
1919. Vogt, A.: Beobachtungen an der Spaltlampe über eine normalerweise den Hyaloidearest der Linsenhinterkapsel umziehende weiße Bogenlinie. Arch. f. Ophthal. 100. S. 349.
1919. Vogt, A.: Die Diagnose der Cataracta complicata bei Verwendung der Gullstrandschen Spaltlampe. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 62. S. 593.
1919. Vogt, A.: Der physiol. Rest der Art. hyaloidea der Linsenhinterkapsel etc. Arch. f. Ophthal. 100. S. 328.
1919. Vogt, A.: Das Farbenschillern des hinteren Linsenbildes. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 62. S. 582.
1919. Vogt, A.: Zur Kenntnis der Alterskernvorderfläche der menschlichen Linse etc. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 61. S. 101.
1920. Gjessing: Untersuchung in maximaler Mydriasis von 4768 Augen etc. in besonderem Hinblick auf die Vogt'sche sogenannte Koronarkatarakt. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 65. S. 233—265.
1921: Hesse: Über das Wesen der Vossiusschen Ringtrübung. Zeit-

schr. f. Augenheilk. 46. S. 125 bis 130.

1921. Koeppe: Über Spaltlampenbeobachtungen bei Cataracta electria. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 66. S. 387—392.

1921. Koeppe: Über eine an der Gullstrandschen Spaltlampe bisher nicht beobachtete doppelseitige Katarakt. etc. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 66. S. 376—387.

1921. Pfeiffer: Untersuchungen über die Häufigkeit und Lokalisation von Wasserspaltenbildungen etc. Arch. f. Ophthal. 107. S. 71—91.

1921. Schild: Untersuchungen über die Häufigkeit der lamellären Zerklüftung etc. Arch. f. Ophthal. 107. S. 49—60.

1921. Vogt, A.: Die Cataract bei myotonischer Dystrophie. Schweiz. med. Wochenschr. 51. S. 669—674.

1921. Vogt, A.: Ein Fall von Siderosis bulbi am Spaltlampenmikroskop. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 66. S. 269—277.

1921. Vogt, A.: Kupferveränderung von Linse und Glaskörper. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 66. S. 277 bis 285.

1921. Vogt, A.: Die Wasserspalten der menschlichen Linse etc. Schweiz. med. Wochenschr. 51. S. 265 bis 268.

1922. Frese: Über das Spaltlampenbild der Cataracta electrica etc. Arch. f. Augenheilk. 91. S. 278—287.

1922. Gala: Die Falten der Linsenkapsel und ihre Bedeutung. Ref. Zentralbl. f. d. gesamte Ophthal. 9. S. 173—174.

1922. Gjessing: A case of cataracta electrica etc. Brit. journal of ophthal. 6. S. 447—451.

1922: Jess: Die Verkupferung des Auges. Dtsch. med. Wochenschr. 48. S. 118—120.

1922: Lüssi: Eine weitere Beobachtung von Katarakt bei myotonischer Dystrophie. Schweiz. med. Wochenschr. 52. S. 796—797.

1922. Meesmann: Wasserspalten im Kern einer jugendlichen Linse. Zentralbl. f. d. gesamte Ophthal. 7. S. 498.
Cataracta coerulea ibidem. S. 499.

1922. Meesmann: Über das Bild der Subluxation und Ektopie der Linse an der Spaltlampe, nebst Bemerkungen über die Zonulalamelle. Arch. f. Augenheilk. 91. S. 261 bis 277.

1922. Meesmann: Über das Verhalten der Zonulalamelle bei Luxationen der Linse. 43. Vers. der deutsch. ophth. Gesellschaft, Jena. S. 8 bis 11.

1922. Raeder: Unters. über die Lage und Dicke der Linse etc. Arch. f. Ophthal. 110. S. 73—108.

1922. Vogt, A.: Angeborene und früherworbene Linsenveränderungen. Arch. f. Ophthal. 107. S. 196—240.

1922. Vogt, A.: Cataracta traumatica und Cataracta complicata. Arch. f. Ophthal. 109. S. 154 – 204.

1922. Vogt, A.: Zwei Fälle von Kupferkatarakt etc. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 69. S. 119—120.

1922. Vogt, A.: Präsenile und senile Linsentrübungen. Arch. f. Ophthal. 108. S. 192—218.
Vogt, A.: Die Spezifität angeborener und erworbener Starformen für die einzelnen Linsenzonen. Ibidem. 108. S. 219—228.

1922. Vogt, A.: Angeborene und früherworbene Linsenveränderungen. Arch. f. Ophthal. 108. S. 182—191.

1922. Wessely: Zwei kleine Beiträge

zur Pathologie der Linse. Arch. f. Augenheilk. 91. S. 158—166.
1923. Elschnig: Ablösung der Zonulalamelle bei Glasbläsern.
1923. Gallati: Die relativen Dickenwerte von Rinde und Kern der menschlichen Linse etc. Zeitschr. f. Augenheilk. 51. S. 133—144.
1923. Pellaton: Die physiol. Linsentrübungen im Kindesalter etc. Arch. f. Ophthal. 111. S. 341—351.
1923. Schnyder: Untersuchungen über Vorkommen in Morphologie der Cataracta diabetica. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 70. S. 45—78.
1924. Alajmo: Contributo allo studio della „ectopia lentis congenita". Boll. d'oculist. 3. S. 413—447.
1924. Bedell: The lens as seen with the Gullstrand slit lamp and corneal microscope. Journ. of the Americ. med. assoc. S2. S. 363—370.
1924. Egger: Die Zonula Zinnii der Menschen nach Untersuchungen von Leichenaugen am Spaltlampenmikroskop. Arch. f. Ophthal. 113. S. 1—15.
1924. Graves, Butler u. a.: Discussion on the microscopy of the living eye. Brit. med. journ. 3330. S. 756 bis 763.
1924. Knüsel: Das Spaltlampenbild der postoperativen Tetaniekatarakt. Arch. f. Ophthal. 114. S. 636—642.
1924. Schnyder: Nachtrag zur Arbeit: Untersuchungen über Vorkommen und Morphologie der Cataracta diabetica. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 73. S. 418—426.
1925. D'Amico: La siderosi del globo. Ann. di ottalmol. e clin. occ. 53. S. 449—547.
1925. Camisón: Beobachtungen mit der Gullstrandschen Spaltlampe bei einem Falle von Blitzkatarakt. (Spanisch). Ref. Zentralbl. f. d. ges. Ophthal. 16. S. 131.
1925. Elschnig: Ablösung der Zonulalamelle bei Glasbläsern II. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 70. S. 325 bis 327.
1925. Franklin und Corres: Electric cataract. Transact. of the sect. on ophth. of the Americ. med. assoc. 1925. S. 62—68.
1925. Hesse: Über das Wesen der Vossiusschen Ringtrübung. Zeitschr. f. Augenheilk. 54. S. 353 bis 355.
1925. Hessberg: Klin. Nachweis und Analyse des Kayser-Fleischerschen Pigmentringes der Pseudosklerose in der Linse. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 75. S. 12—22.
1925. Kubik: Ablösung der Zonulalamelle bei Glasbläsern III. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 70. S. 327—330.
1925: Pick. Zur Sichtbarkeit von Diskontinuitätszonen der Linse mit dem Augenspiegel. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 74. S. 455—456.
1925. Salzer: Über eine ungewöhnliche Form von Rindentrübung der menschlichen Linse (Wurmstar?). Arch. f. Ophthal. 115. S. 515—520.
1925. Schnyder: Untersuchungen über die Morphologie der Strahlenkatarakt etc. Arch. f. Ophthal. 116. S. 471—520.
1925. Vogt, A.: Ein neues Spaltlampenbild des Pupillengebietes etc. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 75. S. 1—12.
1925. Volmer: Angeborene Katarakt im Bereiche einer atypischen Ansatzstelle der Hyaloidea. Arch. f. Augenheilk. 97. S. 31—35.
1926. Pillat: Bläuliche Häutchenbildung auf der Linsenvorderfläche.

Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 76. S. 133.
1926. Rotter: Ablösung der Zonulalamelle bei Glasbläsern etc. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 76. S. 71—74.
1926. Schnyder: Untersuchungen über die Morphologie der Strahlenkatarakt etc. Arch. f. Ophthal. 116. S. 471—520.
1926. Stein: Nachweis der Zonulalamelle bei spontaner Linsenluxation. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 76. S. 75—82.

VIII. Glaskörper.

1918. Koeppe: Klin. Beobachtungen an der Nernstspaltlampe. 10. Mitteilung. Arch. f. Ophthal. 96 S. 199—231.
1918. Koeppe. Klin. Beobachtungen an der Nernstspaltlampe. 11. Mitteilung. Arch. f. Ophthal. 96. Habilitationsschrift. S. 232—314.
1918. Koeppe: Klin. Beobachtungen mit der Nernstspaltlampe. 14. Mitteilung. Arch. f. Ophthal. 97. S. 198—270.
1920. Ascher: Ringförmige Blutung in die hintere Kammer. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 65. S. 577—578.
1921. Ascher: Zur ringförmigen Blutung in der Hinterkammer. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 67. S. 619—621.
1921. Z'Brun: Untersuchungen über das Vorkommen seniler Glaskörpertrübungen etc. Arch. f. Ophthal. 107. S. 61—70.
1922. Mans: Über einen Fall von postlentikulärer Blutung. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 68. S. 450.
1922. Wirth: Hyphaema im postlentikulären Raum. Zeitschr. f. Augenheilk. 47. S. 1—10.
1923. Veragut: Das Glaskörpergerüst bei Kindern. Arch. f. Ophthal. 1923. S. 330.
1923. Peter: Slit lamp studies of hernia of the vitreous. Amer. journ. of ophthal. 6. S. 644—647.
1924. Bedell: Study of the vitreous. Ref. Zentralbl. f. d. ges. Ophthal. 14. S. 113.
1924. Comberg: Beobachtungen am Glaskörper. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 72. S. 692—708.
1924. Trantas: Persistance du canal hyaloïdien. Chir. ophthal. 11. S. 123—131.
1924. Wildi: Vergleichend anatom. Untersuchungen am Spaltlampenmikroskop über die Persistenz des Canalis hyaloideus etc. Arch. f. Ophthal. 114. S. 101—112.
1926. Frei: Lupenspiegeluntersuchung auf Glaskörpertrübungen etc. Arch. f. Ophthal. 116. S. 280—287.

IX. Kammerwinkel.

1915. Salzmann: Die Ophthalmoskopie der Kammerbucht. Zeitschr. f. Augenheilk. 31. S. 1—9.
1920. Koeppe: Das stereomikroskopische Bild des lebenden Kammerwinkels beim Glaukom. Heidelberger Bericht. 42. S. 87—101.
1924. Ascher: Zur Mikroskopie des lebenden Auges. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 72. S. 628—632.
1925. Troncoso: Gonioscopy and its clinical applications. Americ. journ. of ophthal. 8. S. 433—449.

X. Augenhintergrund.

1918. Koeppe: Die Mikrokospie des lebenden Augenhintergrundes etc. Arch. f. Ophthal. 95. S. 282—306.

1919. Koeppe: Mikroskopie des lebenden Augenhintergrundes. 3 und 4. Arch. f. Ophthal. 99. S. 58—78; 121—151.

1921. Meesmann: Klin. Beobachtungen von Augenhintergrundsveränderungen im fokalen Lichte der Nitraspaltlampe. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 66. S. 417—421.

1922. Koeppe: Die Früh- und Differentialdiagnose der Neuritis optica und Stauungspopille an der Gullstrandschen Spaltlampe. Arch. f. Ophthal. 109. S. 454—462.

1925. Wessely: Die praktische Bedeutung der Stereoskopie des Augenhintergrundes. Jahreskurse für ärztl. Fortbildung. 16. S. 1—6.

Namen-Verzeichnis

Seite

Arlt ... 82
Arruga ... 16
Ascher ... 43, 57, 129, 134, 136, 138
Axenfeld ... 49, 115

Baillart ... 85
Bausch ... 21
Barraquer ... 114
Baurmann ... 28, 127
Berg ... 73
Birch-Hirschfeld ... 18, 43
Birkhäuser ... 20, 21
Brückner ... 77, 82, 116

Coccius ... 139
Collins, Treacher ... 67
Comberg ... 126, 128, 129, 130
Cords ... 104
Czapski ... 3, 22, 23, 26
Czermak ... 139

Elliot ... 44
Elschnig ... 115, 121
Erggelet ... 21, 73

Fick ... 135
Fincham ... 21
Flaschenträger ... 43
Fleischer ... 69
Franke ... 82
Frese ... 65, 120
Friede ... 49
Fuchs ... 62, 65, 67, 80, 81, 137

Galati ... 98
Gjessing ... 120
Gilbert ... 72, 87
Graves ... 51, 60, 71
Groenouw ... 67
Grüninger ... 52
Guggenheim ... 72
Gullstrand 1, 3, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 20, 31, 79, 97, 142, 143

Seite

Hamburger ... 80
Hartinger ... 13, 21, 30
Henker ... 14, 24
Hertel ... 56
v. Hess ... 103, 109

Isakowitz ... 124

Jendralski ... 69
Jess ... 56, 118, 120, 121, 134
Joël ... 50

Kleefeld ... 67
Knies ... 103
Knüsel ... 42, 46, 62
Koby 21, 35, 55, 68, 85, 88, 89, 93, 104, 128
Köhler 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 19, 20, 21, 36, 37
Koellner ... 91
Koeppe 6, 14, 17, 18, 21, 24, 25, 26, 27, 32, 40, 41, 43, 45, 47, 55, 56, 60, 61, 69, 75, 81, 83, 84, 85, 87, 90, 99, 120, 126, 128, 130, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144
Kranz ... 64
Kraupa ... 61, 64, 67, 69
Kraus ... 30, 31
Kreiker ... 60
Kruckenberg ... 68
Krückmann ... 87
Kubik ... 121
Kümmell ... 65

La Hire ... 139
Levinsohn ... 90
Lindstedt ... 71
Lomb ... 21
Lukanus ... 3, 4
Lüssi ... 72, 123, 124

Magnus ... 45
Manz ... 129

Seite

Marx 41, 43
Maschler 56
Mery 139
Möschler 52

Pfeiffer 110
Pillat 67
Plaut 72
Plocher 73
Purtscher 120

Rabl 95
Raeder 71
Riedel 103
v. Rohr 7
Rohrschneider 50
Rumbaur 82

Sallmann 56
Salzmann 135, 137, 138
Saunte 71
Schieck 143
Schild 111
Schleich 82
Schmidt-Rimpler 53
Schnyder 62, 121, 123
Seefelder 99
Seidel 44
Siedentopf, H. 24, 25
Stähli 52, 64, 69
Stajduhar 78
Stauka 67
Stein 118
Steindorff 56, 57

Seite

Stilling 139
Stübel 45
Subal 56, 57

Thiel 116
Thorner 142
Trantas 135

Ulbrich 30, 31, 70
Uribe y Troncoso 136

Versé 50
Viterbi 120
Vogt 6, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 21, 22, 26, 29, 30, 36, 37, 41, 42, 43, 46, 47, 51, 54, 55, 58, 59, 60, 63, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 80, 82, 83, 84, 85, 87, 88, 89, 91, 92, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 108, 111, 112, 113, 114, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 126, 128, 133, 134, 143
Volmer 77, 103
Vonwiller 42
Vossius 64, 103

Wessely 142
Weve 66
Wiegert 129
Wirth 129
Wolf 5

Zaun 67
Zeemanns 71

Sach-Verzeichnis

Seite

Abhebung des vorderen Irisblattes ... 85
Ablatio retinae 133
(Bild 205, 206, 208)
Addisonsche Krankheit *(Bild 4, 23)* .. 42
Akne rosacea der Hornhaut 63
(Bild 54, 55)
Alterskern, Nähte 97
Alterskern, senile Reliefbildung an der — Oberfläche *(Bild 122, 123)*
Alterskerntrübungen *(Bild 120)*
Alterskernzone der Linse 95
Altersveränderungen der Hornhaut .. 50

Seite

Anastomosenbildung der Hornhautgefäße 60
Angiome am Limbus 43
Anomalien, angeborene, des Glaskörpers 128
Anomalien, angeborene, der Hornhaut 49
Anomalien, angeborene, der Iris 81
Anomalien, angeborene, der Linse 98
Anschaffung, Ratschläge 25
Aplasie, partielle, des vorderen mesodermalen Irisblattes 82
Apparatur 5
Arcus juvenilis 50

Seite

Arcus lipoides, Genese 50
Arcus senilis (lipoides) 50
Argyrose der Bindehaut 43
Arteria hyaloidea *(Bild 104)*
Arteria hyaloidea, Reste auf der Linse 99
Arteria hyaloidea propria 128
Arteriosklerose und Arcus lipoides 50
Arteriosklerose d. Bindehautgefäße *(Bild 5)*
Atrophie der Iris bei Entzündungen .. 90
Atrophie des retinalen Blattes der Iris 83
Atrophie, senile, des Pigmentepithels der Regenbogenhaut *(Bild 83)*
Aufbau, äußerer, der Gullstrandschen Spaltlampe 14
Aufhebung der vorderen Kammer 70
Auflagerungen, hintere, der Hornhaut bei Keratitis interstitialis 64
Auflagerungen (filzige) am Pupillarsaum 91
Aufstellungsraum für die Spaltlampe .. 37
Augenhintergrund *(Bild 203 ff.)*
Augenhintergrund, Ablatio retinae ... 133 *(Bild 205, 206, 208)*
Augenhintergrund, Aufblähung der perivaskulären Lymphscheiden 143
Augenhintergrund, klinische Bedeutung der Mikroskopie 141
Augenhintergund, entzündliche Veränderungen 133
Augenhintergrund, Makulaveränderungen 142
Augenhintergrund, Mikroskopie des — an der Spaltlampe 138
Augenhintergrund, Papille 142
Augenhintergrund, Stauungspapille (*Bild 203, 204, 207, 210)*
Augenhintergrund, Striae retinales *(Bild 205)*
Augenhintergrund, Untersuchung .. 18, 24 138, 140
Augenmikroskop von Koeppe 24

Bändertrübung, Haabsche 49
Beleuchtung, direkte fokale 28
Beleuchtungsarm 16
Beleuchtungseinrichtung 5
Beleuchtungslinse 7
Beleuchtungslinse rechteckiger Form von Vogt 16, 17
Beleuchtungsprinzip der Spaltlampe .. 5
Beobachtungsgerät 22
Beschläge an der Hornhautrückfläche . 75 *(Bild 71—74)*

Seite

Bindehaut, Argyrose 43
Bindehaut des Augapfels 41
Bindehaut, Blutung in die Lymphgefäße 43 *(Bild 7)*
Bindehaut, Blutungen, subkonjunktivale 43
Bindehaut, Blutzirkulation 41
Bindehaut, Gefäße im Senium 43
Bindehautgefäße, senile Veränderung *(Bild 5)*
Bindehaut, Glaskörper — Prolaps unter 129
Bindehaut, Kysten 43
Bindehaut, Nerven 42
Bindehaut, normale 40
Bindehaut, Pigmentation der Bulbus .. 42
Bindehaut, tarsale 40
Bindehaut, Teleangiektasien der Venen und Kapillaren 43
Bindehaut, Tumoren 43
Bindehaut des Unterlides im rotfreien Licht *(Bild 1)*
Bindehaut, spezielle Untersuchungstechnik 40
Bindehaut, pathologische Veränderungen 42
Blendenrohr 17
Blutkörperchen an der Hornhautrückfläche 76
Blutungen, intrastromale, in die Iris .. 85
Blutung in die Lymphgefäße der Bindehaut *(Bild 7)* 43
Blutzirkulation in der Bindehaut 41
Bogenlampe 6
Bogenlampe, Zusammensetzen und Justieren 20
Bogenspaltlampe, Einrichtung 17
Bogenspaltlampe, fertig montiert 17
Bulbusbindehaut, Pigmentationen 42
Bulbus-Perforation, Irisverletzungen bei 84
Buphthalmus *(Bild 21, 22)* 49

Canalis hyaloideus 99
Caruncula lacrimalis, Haemangiom *(Bild 6)*
Cataracta s. Star
Chagrin der Linse 97
Chagrinkugeln *(Bild 102)* 97, 107
Chalkosis corneae 56
Chalkosis des Kammerwinkels 138
Cholesterinkristalle bei Cataracta senilis *(Bild 153, 154)*
Chorioiditis disseminata 133
Chorioideatumoren 142
Chorioidea, Sarkom *(Bild 209)*
Conjunctivitis follicularis *(Bild 1)*

Seite

Contusio bulbi 55, 77, 84, 116, 118, 130 *(Bild 85, 161, 169, 180)*
Cornea plana 49
Czapkisches binokuläres Mikroskop .. 22

Dermoide am Limbus 57
Descemetsche Membran, Risse ... 49, 69
— Verdickungen 51
— Lageveränderungen 55
Descemetablösung *(Bild 20)*
Descemetrisse *(Bild 21)*
Diabetes 43, 50, 66, 123 *(Bild 5, 184, 185)* Bindehaut, Linse
Diabetes, Auflockerung des retinalen Pigmentblattes 91
Diskontinuitätszonen der Linse ... 92, 94
Diskontinuitätszonen, anomale Verlaufsrichtung 103
Durchblutung der Hornhaut 55
Dystrophia endothelialis der Hornhaut *(Bild 25)* 51, 68
Dystrophia epithelialis der Hornhaut 62, 67
Dystrophie, myotonische 123, 124

Ehrlich-Türksche Linie .. 52, 72, 74, 78, *(Bild 24)*
Einrichtung der Bogenspaltlampe 17
Einstellung der Spaltlampe 38
Eiweißgerinnung im Kammerwasser . 75
Eiweißvermehrung im Kammerwasser 75 *(Bild 68)*
Ektodermale Synechien der Iris 86
Ektropium uveae acquisitum *(Bild 94)*
Ekzematöse Entzündung der Hornhaut 66
Ekzematöse Hornhautinfiltrate 61
Embryonalkernzone der Linse 95
Embryonalnaht der Linse ..... 96 *(Bild 109, 110)*
Entzündungen der Iris 86
Epitheleinwucherung in die vordere Kammer nach Staroperation 78
Erosio corneae *(Bild 29)* 53
Erythema induratum tuberculosum *(Bild 57)*

Fibrinausscheidung im Kammerwasser 75
Filterscheibe 17
Flocculi iridis 83
Fokales Büschel, Helligkeit 13
Fokales Büschel, optische Eigenschaften 10
Fremdkörper in der Hornhaut 53
Fremdkörper der Hornhaut, tiefsitzende 78
Fremdkörper auf und in der Iris ... 84

Seite

Fuchssche Aufhellungsstreifen in der Hornhaut *(Bild 60, 61)* 65
Furchenkeratitis Schmidt-Rimpler .... 53 *(Bild 27)*

Glasleisten an der Hornhautrückfläche 64
Gefäße der Bindehaut im Senium..... 43
Gefäßkapillaren, Vordringen in den Hornhautrand..... 60
Gefäßneubildungen in der Hornhaut .. 60
Gefäßneubildungen auf der vorderen Linsenkapsel 90
Gefäßveränderung nach Radiumbestrahlung *(Bild 9)*
Glasbläserstar 121
Glaskörper *(Bild 186 ff.)* 124
Glaskörper bei Ablatio retinae *(Bild 195)*
Glaskörper, angeborene Anomalien ... 128
Glaskörper, Arteria hyaloidea propria, Reste..... 128
Glaskörper, Beweglichkeit b. Destruktion 130
Glaskörper, Blutungen in den..... 130
Glaskörper, Blutkörperchen im *(Bild 197)*
Glaskörper, Blutungen in vorgefallene — massen 129
Glaskörper, Degeneration *(Bild 192)*
Glaskörper, Destruktion..... 130
Glaskörperdestruktion bei hochgradiger Myopie 133
Glaskörperdestruktion bei Myopia gravis *(Bild 198)*
Glaskörper, Einlagerung fremder Bestandteile 130, 131
Glaskörper, Einlagerungen, punktförmige 127, 130
Glaskörper, Einlagerungen *(Bild 192—196)*
Glaskörper, Erkrankungen 130
Glaskörperexsudat, entzündliches *(Bild 208)*
Glaskörperfasern..... 127
Glaskörper bei Glaukom..... 133
Glaskörper, Grenzschicht, vordere.... 126
Glaskörperhernie..... 77, 78 116
Glaskörperhernie in die vordere Kammer 129 *(Bild 75)*
Glaskörper, Inhomogenität 128
Glaskörper in der vorderen Kammer.. 77
Glaskörper, kolloidaler Natur..... 127
Glaskörper, Luxation der Linse in den 118
Glaskörper bei myopischer Netzhautablösung..... 133
Glaskörper bei Netzhautablösung *(Bild 199)*
Glaskörper, normaler *(Bild 186—191)* 125
Glaskörper, Pigmentzellen im *(Bild 180)*

Seite

Glaskörper, Prolaps unter die Bindehaut ... 129
Glaskörper, retrolentale Blutungen ... 129
Glaskörper, retrolentaler Raum ... 126
Glaskörper, senile Veränderungen ... 128
Glaskörper, Struktur ... 127
Glaskörper, Synchysis scintillans ... 134
Glaskörper, spezielle Untersuchungstechnik ... 124
Glaskörper, Vasa hyaloidea propria 126, 128, 131
Glaskörper, Verlagerungen von — massen ... 129
Glaskörper, Verletzungen ... 129
Glaskörperverlust ... 129
Glaskörper, zellige Einlagerungen ... 132
Glasleistenbildung an der Hornhautrückfläche ... 64
Glaukom (*Bild 84*) ... 114, 122
Glaucoma chronicum inflammatorium, Irisatrophie *(Bild 95)*
Glaukom, Glaskörper bei ... 133
Glaukom, Iris bei ... 90
Glaukom, Kammerwinkel bei ... 138
Glaukoma simplex, Epithelödem *(Bild 37)*
Glaukom, periphere vordere Synechie bei *(Bild 202)*
Gonioskop ... 136
Größenmessungen mit dem Okularmikrometer ... 30
Gullstrandsche Spaltlampe, äußerer Aufbau ... 14

Haabsche Bändertrübung *(Bild 21)* ... 49
Hämangiom der Caruncula lacrimalis *(Bild 6)*
Helligkeit des fokalen Büschels ... 13
Hernie des Glaskörpers ... 77, 78
Herpes corneae *(Bild 39, 40,47)* 53, 61, 62
Herpes der Hornhauthinterfläche ... 62
Herpes iridis ... 90
Herpes, Narben *(Bild 48)*
Herpes zoster corneae *(Bild 46)*
Heterochromie und Katarakt ... 122
Heterochromie, partielle, der Iris ... 83
Heterochromie der Iris ... 85
Hornhaut *(Bild 11 ff.)*
Hornhaut, Akne rosacea *(Bild 54, 55)* 63
Hornhaut, Allgemeines über die Entzündungen ... 57
Hornhaut, Altersveränderungen ... 50
Hornhaut, Anastomosenbildung ... 60
Hornhaut, angeborene Anomalien ... 49

Seite

Hornhaut, Auflagerungen, hintere bei Keratitis interstitialis ... 64
Hornhaut, Beschläge an der — rückfläche 75
Hornhaut, Blutkörperchen an der — rückfläche ... 76
Hornhautdegeneration, gittrige ... 67
Hornhautdegeneration, knötchenförmige ... 67
Hornhautdegeneration (Groenouw) *(Bild 63)*
Hornhaut, Durchblutung *(Bild 32)* ... 55
Hornhaut, Dystrophia endothelialis 51, 68
Hornhaut, Dystrophia epithelialis . 62, 67
Hornhaut, ekzematöse Entzündung ... 66
Hornhaut, ekzematöse — infiltrate ... 61
Hornhaut, Endothelödem *(Bild 38)*
Hornhaut, Endothelveränderungen ... 51
Hornhautentzündung ... 54
Hornhaut, Epithelblase *(Bild 40)*
Hornhaut, Epithelödem *(Bild 37)* ... 47
Hornhaut, Epithelödem am — rand *(Bild 16, 17)*
Hornhaut, Fettinfiltration *(Bild 62)*
Hornhautfremdkörper *(Bild 28)* ... 53
Hornhautfremdkörper, tiefsitzende ... 78
Hornhaut, Fuchssche Aufhellungsstreifen *(Bild 60, 61)* ... 65
Hornhaut, Gefäßneubildungen ... 60
Hornhaut, Herpes ... 62
Hornhaut, Herpes, Glasleisten an der Hornhautrückfläche nach ... 64
Hornhaut, katarrhalische Randulzera. 61
Hornhaut, Leukozyten an der — rückfläche ... 76
Hornhaut, Makulae ... 62
Hornhautmakulae *(Bild 115)*
Hornhaut, Makula nach Keratitis eczematosa *(Bild 61)*
Hornhautmikroskop ... 3, 4
Hornhautmikroskop nach Czapki ... 22
Hornhaut, Miterkrankung des — epithels bei Konjunktivitis ... 61
Hornhautnerven ... 45
Hornhaut, normales Aussehen ... 44
Hornhaut, Oberfläche ... 48
Hornhaut, obliterierte Gefäße ... 61
Hornhaut, Ödem des Endothels ... 58
Hornhaut, Ödem, entzündliches ... 57
Hornhaut, Ödem des Epithels ... 58
Hornhaut, Perforation ... 54 *(Bild 31, 115)*
Hornhaut, Perforationsnarbe, vaskularisierte *(Bild 33)*

Seite

Hornhaut, Pigmentablagerungen an der — rückfläche 52, 68, 76
Hornhaut, Pigmentierung des — randes *(Bild 23)*
Hornhaut, senile Pigmentation der — rückfläche *(Bild 24)*
Hornhaut, Pigmentation einer Perforationsnarbe *(Bild 64)*
Hornhaut, Pigmentbeschläge an der — rückfläche 55
Hornhaut, Randdegeneration *(Bild 27)* 53
Hornhaut, Randulkus *(Bild 45)*
Hornhaut, rückgebildete Gefäße 61
Hornhaut, scheibenförmige Beschläge an der — rückfläche 76
Hornhaut, Siderosis 55
Hornhaut, Silberablagerungen ..... 56 *(Bild 36)*
Hornhaut, Spiegelbezirk der hinteren — fläche 48
Hornhaut, Spiegelbezirke *(Bild 19)*
Hornhaut, Stählische Pigmentlinie ... 52
Hornhaut, Tiefenlokalisation im schmalen Büschel 46
Hornhaut, Totalreflexion an der — vorderfläche 135
Hornhaut, Trübungen *(Bild 29)* 59
Hornhaut, Tumoren 57
Hornhautulkus, Perforation *(Bild 115)*
Hornhaut, Untersuchungstechnik, spezielle 44
Hornhaut, Verfettung 66
Hornhaut, Verkupferung *(Bild 34, 35)* 56
Hornhaut, Verletzungen 53, 54
Hornhaut, Vordringen der Gefäßkapillaren in den — rand 60
Hyaloidea persistens 99
Hypercholesterinämie 50, 67

Intervall, zentrales, der Linse 96
Iridektomie 44, 116
Iridodialyse, traumatische *(Bild 166)*
Iridozyklitis ..... 59, 60, 65, 73, 82, 86, 87, 91, 101, 102, 122, 132 *(Bild 41, 42, 49, 69, 88, 89, 182, 183, 209)*
Iridozyklitis, Pupillarsaumknötchen *(Bild 88, 89)*
Iridozyklitis tuberculosa *(Bild 58)* ... 65
Iris ..... 78 ff.
Iris, Abhebung des vorderen — blattes 85
Iris, Altersatrophie 138
Iris, angeborene Anomalien 81
Iris, Aplasie des vorderen — blattes .. 82

Seite

Irisatrophie bei Iritis tuberculosa *(Bild 96)*
Iris, Atrophie des Mesoderms 90
Iris, Atrophie des retinalen Blattes ... 83
Iris, Atrophie des retinalen Pigmentblattes 90
Iris, Auflockerung des retinalen Pigmentblattes bei Diabetes 91
Iris bei Contusio bulbi 84
Iris, Cystenartige Abhebung des mesodermalen — blattes *(Bild 87)*
Iris, Defekt im Pigmentepithel 84
Iris, Entzündungen 86
Iris, Flocculi iridis 83
Iris, Fremdkörper 84
Iris, Gefäßneubildungen auf der vorderen Linsenkapsel 90
Iris, Glaukom *(Bild 95)* 90
Iris, Herpes iridis 90
Iris, Heterochromie 83, 85
Iris, intrastromale Blutungen 85
Iriskolobom *(Bild 162)* 82, 116
Iriskrause 81
Iris, Melanosarkom 86
Iris, Melanose 83
Iris, normale 79
Iris, periphere Zone 138
Iris, Pigmentausstreuung in das Stroma 83
Iris, Pigmentepithel 80
Iris, Pigmentepithelzysten 86
Iris, Pigmentverstreuung *(Bild 84)*
Iris, Pupillarsaum 89
Iris, senile Veränderungen 83
Iris, Siderosis 85
Iris, Sklerose *(Bild 164, 165)*
Irisstroma 80
Iris, Synechien 86, 88
Iris, Tumoren 86
Iris, spezielle Untersuchungsmethodik 78
Iris, Verfärbung 86
Iris, Verletzungen 84
Iris, Ziliarrand der — wurzel 137
Iris, Zysten 86
Iritis 67, 86, 132
Iritis, Eiweißvermehrung im Kammerwasser *(Bild 68)*
Iritis, Pigmentausstreuung auf der vorderen Linsenkapsel *(Bild 91, 92)*
Iritis, Pigmentverstreuungen 90
Iritis rheumatica *(Bild 86)* 86
Iritis tuberculosa *(Bild 96)*

Kammer, vordere *(Bild 68 ff.)* 70
Kammer, Aufhebung 70

Seite

Kammer, Beschläge der vorderen *(Bild 71—74)*
Kammer, Epitheleinwucherung in die vordere ... 78
Kammer, Epithelcyste in die vordere *(Bild 76)*
Kammer, Glaskörper in der vorderen 77
Kammer, Glaskörperhernie in die vordere *(Bild 75)* ... 129
Kammer, Luxation der Linse in die vordere ... 118
Kammer, vordere, spezielle Untersuchungstechnik ... 71
Kammer, Zysten in der vorderen ... 78
Kammerinhalt, pathologischer ... 75
Kammerinhalt, Untersuchung ... 71
Kammertiefe, Messungen ... 70
Kammertiefe, Messung nach Ulbrich .. 30
Kammerwasser ... 71
Kammerwasser, Eiweißgerinnung ... 75
Kammerwasser, pathologische Eiweißvermehrung ... 75
Kammerwasser, starke Eiweißvermehrung bei Iritis *(Bild 68)*
Kammerwasser, Fibrinausscheidung .. 75
Kammerwasser, punktförmige Elemente 75
Kammerwasserstaub ... 75
Kammerwasser, Wärmeströmung ... 73
Kammerwasser, Zellen im *(Bild 69, 70)*
Kammerwinkel *(Bild 201, 202)* ... 70, 134
Kammerwinkel, Beleuchtung ... 136
Kammerwinkel, Chalkosis ... 138
Kammerwinkel bei Glaukoma simplex . 138
Kammerwinkel, normaler *(Bild 201)* 137
Kammerwinkel, senile Veränderungen . 137
Kammerwinkel, Untersuchung 18, 24, 134, 135
Katarakt s. Star
Katarrhalische Randulzera der Hornhaut ... 61
Kayser—Fleischerscher Ring ... 69
Keratitis ... 102
Keratitis annularis *(Bild 52)* ... 64
Keratitis, bandförmige ... 66
Keratitis bullosa ... 62
Keratitis bullosa bei Herpes corneae *(Bild 39)*
Keratitis dendritica ... 62
Keratitis disciformis *(Bild 30, 32)* 54, 62
Keratitis eczematosa *(Bild 61)*
Keratitis epithelialis guttata ... 61
Keratitis epithelialis punctata ... 61
Keratitis gummosa *(Bild 53)* ... 65
Keratitis interstitialis ... 59, 60, 63

Seite

Keratitis interstitialis, besondere Verlaufsform ... 64
Keratitis interstitialis avasculosa ... 64
Keratitis interstitialis, sekundäre ... 65
Keratitis interstitialis tuberculosa ... 65
Keratitis (parenchymatosa) *(Bild 17, 18)*
Keratitis, parenchymatöse *(Bild 49—52)*
Keratitis parenchymatosa (tuberculosa) *(Bild 56—58)*
Keratitis punctata ... 63
Keratitis, sklerosierende ... 65
Keratitis striata ... 55
Keratitis uratica *(Bild 59)* ... 66
Keratokonus *(Bild 65—67)* ... 68
Keratokonuslinien ... 68
Keratokonusring (Fleischer) ... 69
Kondensor ... 7
Konjunktiva, Plasmon *(Bild 2)*
Konjunktivitis, Miterkrankung des Hornhautepithels bei ... 61
Koeppesches Augenmikroskop ... 24
Kreuzschlitten für Mikroskop ... 15, 17
Kühlküvette ... 7, 17
Kupferherde in der Hornhaut *(Bild 34, 35)*
Kysten der Bindehaut ... 43

Lageveränderungen der Linse ... 117
Leukozyten an der Hornhautrückfläche 76
Lichtstärke der fokalen Zone ... 13
Ligamentum pectinatum *(Bild 201)* .. 137
Limbus *(Bild 3)* ... 41
Limbus, Angiome am ... 43
Limbus, Dermoide am ... 57
Limbus, Melanosarkom am *(Bild 8)* .. 57
Limbus, Schleimkyste *(Bild 10)*
Limbus, Verbreiterung ... 50
Limbus, Verbreiterung bei Buphthalmus *(Bild 22)*
Linse *(Bild 97ff.)* ... 91 ff.
Linse, Abspaltung der vorderen Kapsellamelle *(Bild 156, 157)* ... 113
Linse, Alterskernzone ... 95
Linse, Alterskernnähte ... 97
Linse, angeborene Anomalien ... 98
Linse, Arteria hyaloidea, Reste ... 99 *(Bild 104)*
Linse, Arteria hyaloidea, Reste an der Rückfläche ... 128
Linse, Beleuchtungsmethoden zur Untersuchung ... 91
Linse, Beschläge an d. hinteren — fläche 132
Linse, Braunfärbung ... 107

Seite

Linsenchagrin *(Bild 101, 102, 103)* .. 97
Linsenchagrin, Farbenschillern *(Bild 177—180)*
Linsendicke 98
Linse, Diskontinuitätszonen ..... 92, 94 *(Bild 97—99)*
Linse, Ektopie, angeborene 117
Linsenektopie, angeborene, mit Iriskolobom *(Bild 162)*
Linse, Embryonalkernzone..... 95
Linse, Embryonalnaht 96
Linse, Faserlamellen, Auseinanderweichen 110
Linse, Gelbfärbung 107
Linse, Katarakt s. Star
Linse, Lageveränderungen ..... 116 *(Bild 161—168)*
Linse, Luxation 117
Linse, Luxation in den Glaskörper .. 118
Linse, Luxation in die vordere Kammer 118
Linse, spontane Luxation..... 117
Linse, traumatische Luxation 116
Linse, Nahtsysteme 92, 96
Linse des Neugeborenen 95
Linse, normale 93
Linse, Perforation der Kapsel..... 119
Linse, im Alter zunehmende Reflexion 107
Linse, Reliefbildung an der Alterskernoberfläche 107
Linse, Rindennähte *(Bild 100)* 97
Linse, Rindennähte, Auseinanderweichen 110
Linse, vordere Rindennahtpunktierung 113 *(Bild 151, 152)*
Linse, Ringtrübung 122
Linse, senile Trübungen..... 112
Linse, senile Veränderungen 106
Linse, Siderose *(Bild 173)* 119
Linse, Spiegelbezirk der vorderen — fläche 97
Linse, Subluxation nach Contusio bulbi *(Bild 161, 163)*
Linse, Subluxation, spontane, der — beider Augen *(Bild 164, 165)*
Linse, Subluxation, traumatische und Ablösung der Zonulalamelle *(Bild 167)*
Linse, Trübungen und Wasserspalten *(Bild 134—139)*
Linse, Trübung beider Embryonalnähte, angeborene *(Bild 109)*
Linse, Trübung der Rinde *(Bild 147)*
Linse, spezielle Untersuchungstechnik 91
Linse, subkapsuläre Vakuolen 111

Seite

Linse, Verletzungen 118
Linse, Verletzung durch Eisensplitter *(Bild 172)*
Linse, Vossiussche traumatische Ringtrübung 122
Linse, Wasseraufnahme, pathologische 109
Linse, Wasserspalten 109
Linse, Wasserspalten in der jugendlichen *(Bild 127, 128)*
Linse, Wasserspalten in der Rinde seniler *(Bild 129—135)*
Linse, weißliche Bogenlinie 99
Linse, zentrales Intervall..... 96
Linse, Zerfall der Rinde *(Bild 148)*
Linse, Zerklüftung *(Bild 140—142)* .. 111
Linsenkapsel, Gefäßneubildungen auf 90
Linsenkapsel, Reste der Membrana capsulo-pupillaris auf der vorderen 98
Linse, Kapsel-Perforation 119
Linsenkapsel, Pigmentausstreuung auf der vorderen — bei akuter Iritis *(Bild 91, 92)*
Linsenkapsel, Pupillar-Membranreste auf der vorderen *(Bild 79, 80)*
Linsenkapsel, Reste der fötalen Pupillenmembran 82
Linsenkapsel, Reste der Tunica vasculosa lentis auf der hinteren 99
Lymphgefäßsystem, Blutungen in das 43
Lymphscheiden, perivaskuläre 42

Makulae der Hornhaut 62
Megalokornea 49
Melanosarkom der Iris 86
Melanosarkom am Limbus *(Bild 8)* .. 57
Melanose der Iris 83
Membrana capsulo-pupillaris, Reste auf der vorderen Linsenkapsel 98
Mesoderm der Iris, Atrophie 90
Messung der Kammertiefe nach Ulbrich 30
Mikrobogenlampe 3
Mikrokornea 49
Mikroskop, Czapskisches binokuläres 22
Mikroskop, Koeppesches Augen — . 24
Montierung, Gullstrandsche 8
Montierung, Köhler-Vogtsche 9
Montierung, Unterschiede zwischen Gullstrandscher u. Köhler-Vogtscher 12
Morbus Addisoni, Pigmentring am Hornhautrand bei *(Bild 4, 23)* 42
Myopia gravis *(Bild 198)*
Myopie, Glaskörperdestruktion bei hochgradiger 133

Seite

Nachstar *(Bild 158—160)* ..... 114ff.
Nahtsysteme der Linse 92, 96
Nernstlampe 5
Nerven der Bindehaut 42
Netzhautablösung 122, 142
Netzhautablösung, Glaskörper bei *(Bild 199)*
Neuritis 61
Nitralampe 6
Nitralampe, fertig aufgestellt 14, 15
Nitralampe, fertig montiert 16
Nitralampengehäuse 15
Nitralampe, Zusammensetzen und Justieren 19

Objektivrevolver nach Henker 24
Obliterierte Gefäße der Hornhaut ... 61
Occlusio pupillae 86
Ödem des Endothels der Hornhaut .. 58
Ödem, entzündliches der Hornhaut .. 57
Ödem des Epithels der Hornhaut.... 58
Okularmikrometer 30
Ophthalmie, sympathische 132
Ophthalmoskopierlinse, aplanatische . 7
Optischer Schnitt..... 4, 143

Palisadenförmige Gebilde am Limbus 42
Palisadensystem des Limbus *(Bild 3)*
Perforation der Hornhaut..... 54
Perineuritis 61
Perivasculitis tuberculosa adulescentium..... 133
Phthisis bulbi *(Bild 44)*
Pigmentablagerungen an der Hornhautrückfläche 52, 76
Pigmentationen der Bulbusbindehaut 42
Pigmentation der Hornhaut-Rückfläche..... 68
Pigmentation der Hornhautrückfläche, senile *(Bild 24)*
Pigmentation einer Perforationsnarbe der Hornhaut *(Bild 64)*
Pigmentation, senile perilimbäre *(Bild 4)*
Pigmentatrophie..... 122
Pigmentausstreuung in das Stroma der Iris 83
Pigmentbeschläge an der Hornhautrückfläche 55
Pigmentblatt der Iris, Auflockerung bei Diabetes 91
Pigmentepithel, Defekt der Iris 84
Pigmentepitheleinlagerungen im Glaskörper *(Bild 196)*

Seite

Pigmentepithelzysten der Iris 86
Pigmentepithelzyste der Regenbogenhaut *(Bild 86)*
Pigmentierung des Hornhautrandes *(Bild 23)*
Pigmentnachstar 116
Pigmentsaum am Pupillarsaum, lückenhafte Entwicklung 83
Pigmentverstreuungen bei Iritis 90
Pigmentausstreuung auf der vorderen Linsenkapsel bei akuter Iritis *(Bild 91,92)*
Pigmentzellen im Glaskörper *(Bild 180)*
Plasmom der Konjunktiva *(Bild 2)*
Pointolitelampe..... 6
Punkttrübungen in der Linse 106
Pupillarmembran-Knötchen *(Bild 90)*
Pupillarmembran, Reste der fötalen 81, 98
Pupillarmembranreste *(Bild 77—82)*
Pupillarrand, Risse 85
Pupillarsaum 80
Pupillarsaum, Auflagerungen..... 91
Pupillarsaum, Defekte 80
Pupillarsaum, Fehlen 83
Pupillarsaumknötchen..... 87
Pupillarsaumknötchen, Entstehungsmodus 88
Pupillarsaumknötchen bei Iridozyklitis *(Bild 88, 89)*
Pupillarsaum, lückenhafte Entwicklung des Pigmentsaumes 83
Pupillarsaum, Verdoppelung 83
Pupillarschwarte, Vaskularisation *(Bild 93)*
Pupille, senile Degeneration des Pigmentsaumes 83
Pupillenreaktion 81

Radiumbestrahlung und Bindehautgefäße *(Bild 5, 9)*
Ratschläge, allgemeine praktische, für die Untersuchung an der Spaltlampe 37
Ratschläge für die Anschaffung 25
Ratschläge für die ersten Übungen . 38
Raum, retrolentaler 126
Reflexion, diffuse innere 3, 28
Reflexion der Linse, im Alter zunehmende 107
Regenbogenhaut *(Bild 77 ff.)*
Regenbogenhaut, intrastromale Blutung nach Contusio bulbi *(Bild 85)*
Regenbogenhaut, Pigmentepithel-Atrophie *(Bild 83)*
Regenbogenhaut, Pigmentverstreuung in der Iris *(Bild 84)*

Seite

Regenbogenhaut, Pupillarmembranreste *(Bild 77—82)*
Reinigung der Spaltlampe 38
Reliefbildung an der Alterskernoberfläche der Linse 107
Retrolentale Blutungen 129
Revolverblende, drehbare 7
Rinden, dicke der Linse 98
Rindennähte, Auseinanderweichen der Linse 110
Rindennaht, vordere *(Bild 100)*
Rindennahtpunktierung, senile vordere *(Bild 151, 152)*
Röntgenbestrahlung *(Bild 5)*

Schleimkyste am Limbus *(Bild 10)*
Schlemmscher Kanal 137
Schlierentrübungen der Linse 106
Seclusio pupillae 86
Senile Glaskörperdegeneration 128
Senile perilimbäre Pigmentation *(Bild 4)*
Senile Pigmentation der Hornhautrückfläche *(Bild 24)*
Senile Reliefbildung an der Alterskernoberfläche *(Bild 122, 123)*
Senile Trübungen der Rinde der Linse *(Bild 147)*
Senile Veränderung der Bindehautgefäße *(Bild 5)*
Senile Veränderungen des Glaskörpers 128
Senile Veränderungen der Iris 83
Senile Veränderungen des Kammerwinkels 137
Senile Veränderungen der Linse 106
Senile vordere Rindennahtpunktierung *(Bild 151, 152)*
Siderose der Linse *(Bild 173)* 119
Siderosis der Hornhaut 55
Siderosis der Iris 85
Silberablagerungen in der Hornhaut 56 *(Bild 36)*
Silberspiegel von Koeppe 18
Sklerose der Iris *(Bild 164, 165)*
Sklerose des Ligamentum pectinatum 137
Soemmeringscher Kristallwulst 115
Spalt 7
Spaltlampen anderer Herkunft und Bauart als Zeiss-Jena 20
Spaltlampe von Bausch und Lomb .. 21
Spaltlampe von Birkhäuser 20
Spaltlampe von E. F. Fincham 21
Spaltlampe von Koby 21
Sphinkterrisse der Iris 85

Seite

Spiegelbezirk, Größe 34
Spiegelbezirk der hinteren Hornhautfläche 48
Spiegelbezirk der vorderen Linsenfläche 97
Spiegelbilder und Spiegelbezirk 35
Stählische Pigmentlinie der Hornhaut 52
Stählische Linie *(Bild 26)*
Star, Abklatschkatarakt *(Bild 183)*
Star, angeborener 100
Star, Cataracta centralis congenita *(Bild 116)*
Star, Cataracta complicata ..... 121, 122 *(Bild 128, 129, 150, 167, 177, 179, 181, 182)*
Star, Cataracta coronaria ..... 105, 112 *(Bild 118, 119, 168)*
Star, Cataracta coerulea 101, 105
Star, Cataracta cuneiformis ..... 112 *(Bild 145, 146)*
Star, Cataracta diabetica *(Bild 184, 185)* 123
Star, Cataracta dilacerata 106
Star, Cataracta electrica ..... 120 *(Bild 174—176)*
Star, Cataracta floriformis *(Bild 121)* 104
Star, Cataracta fusiformis 102
Star, Cataracta hypermatura *(Bild 155)*
Star, Cataracta intumescens *(Bild 138)* 110
Star, Cataracta nigra *(Bild 126)* 107, 109
Star, Cataracta nuclearis ..... 108 *(Bild 124, 125, 143, 144)*
Star, Cataracta polaris posterior spuria 99
Star, Cataracta polaris posterior vera oder spuria 101
Star, Cataracta punctata 105
Star, Cataracta secundaria ..... 114 *(Bild 158, 159)*
Star, Cataracta senilis ..... 108 *(Bild 149, 178, 194)*
Star, Cataracta senilis, Cholesterinkristalle *(Bild 153, 154)*
Star, Cataracta traumatica ..... 119 *(Bild 179, 180)*
Star, Cataracta zentralis 103
Star, Cataracta zonularis ..... 103, 104 *(Bild 117, 120, 160)*
Star bei myotonischer Dystrophie ... 123
Star, Embryonalkatarakt, vordere axiale 100
Star, Embryonalkatarakt *(Bild 105—107)*
Star, exogener 122
Star, früh erworbene — formen 104
Star, Glasbläserstar 121
Star, hintere schalenförmige Katarakt 112
Star, Kapselkatarakt, isolierte 102
Star, Kapselnachstar 115
Star, Kapselstar *(Bild 111, 112)* 101

Seite

Star, Kapselveränderungen bei senilen Staren ... 113
Star, Katarakt, pyramidenförmige, angeborene ... 102
Star, Kernstar, isolierter ... 109
Star, Kupferkatarakt ... 120
Star, Lenticonus posterior ... 103
Star, Nachstar *(Bild 158–160)* ... 114
Star, Nachstar, netzartig pigmentierter ... 116
Star, Nachstaroperationen ... 131
Star, Nachstar, regeneratorischer ... 115 *(Bild 160)*
Star, Nahtkatarakt *(Bild 108)* ... 100
Star, Pigmentnachstar *(Bild 159)* ... 116
Star, Polstar, vorderer *(Bild 110)* ... 102
Star, Polstare *(Bild 113—115)* ... 121
Star, Reste der vorderen Kapsel ... 151
Star, vordere Rindennahtpunktierung der Linse ... 113
Star, Rindenstar ... 109
Star, Rosettenkatarakt *(Bild 170, 171)* 119
Star, senile Katarakte, Einteilung ... 108
Star, Spießkatarakt ... 104
Star, Tetaniekatarakt, postoperative .. 124
Star, traumatischer, sektorenförmiger, subkapsulärer *(Bild 169)*
Star, Zonularkatarakt ... 103, 104
Strahlengang der Spaltlampe ... 8
Striae retinales *(Bild 205)*
Stroma der Iris, Pigmentausstreuung 83
Stromale Synechien der Iris ... 86
Subkonjunktivale Blutungen ... 43
Substantia propria der Hornhaut ... 44 *(Bild 29)*
Synchysis scintillans *(Bild 200)* ... 134
Synechie periphere, vordere bei Glaucoma simplex *(Bild 202)*
Synechienbildung der Iris ... 86, 88

Teleangiektasien der Venen und Kapillaren der Bindehaut ... 43
Tiefenlokalisation nach Vogt ... 29
Tiefenlokalisation in der Hornhaut im schmalen Büschel ... 46
Trachom ... 56
Trepanationsfistel nach Elliot ... 44
Tröpfchenlinie, physiologische bei Jugendlichen ... 72
Tumoren der Bindehaut ... 43
Tumoren der Hornhaut ... 57
Tumoren der Iris ... 86

Seite

Tunica vasculosa lentis, Reste auf der hinteren Linsenkapsel ... 99
Tyndall-Phänomen ... 28, 71

Übervoltung der Nitralampe ... 13
Übungen, Ratschläge für die ersten . 38
Ulcus corneae ... 54
Ulcus serpens *(Bild 12, 14, 15)*
Untersuchung im diffus eingestellten direkten Licht ... 31
Untersuchung im direkten fokalen Licht 27
Untersuchung im durchfallenden Licht 32
Untersuchung im indirekten Licht ... 31
Untersuchung im oszillierenden Licht 32
Untersuchung an der Spaltlampe, allgemeine praktische Ratschläge ... 37
Untersuchung im Spiegelbezirk ... 33
Untersuchungsmethoden a.d.Spaltlampe 27

Vakuolen, subkapsuläre, in der Linse 111
Vakuolen *(Bild 16, 172)*
Vasa hyaloidea propria ... 126, 128, 131
Verbreiterung des Limbus ... 50
Verfärbung der Iris ... 86
Verfettung, primäre, der Hornhaut .. 66
Verkupferung der Hornhaut ... 56
Verletzungen der Iris ... 84
Verletzungen der Linse ... 118
Vorschaltwiderstand ... 6
Vossiussche traumatische Ringtrübung der Linse ... 122

Wärmeströmung des Kammerwassers 73
Wasseraufnahme in die Linse, pathologische ... 109
Wasserspalten in der Linse ... 109
Wasserspalten in der jugendlichen Linse *(Bild 127, 128)*
Wasserspalten in der Rinde seniler Linsen *(Bild 129—135)*
Wasserspalten, Häufigkeit ... 110
Wesen der Spaltlampenbeleuchtung .. 3
Wilsonsche Krankheit ... 69

Zerklüftung, lamelläre, der Linse ... 111
Ziliarkörper *(Bild 201)* ... 137
Zonulalamelle, traumatische Ablösung 117 *(Bild 168)*
Zusatzapparate zur Spaltlampe ... 18
Zysten der Iris ... 86
Zysten in der vorderen Kammer, posttraumatische ... 78

V.

Atlas typischer Spaltlampenbefunde an normalen und pathologischen Augen

Tafel 1

Bild 1—4

Die Bindehaut.

Tafel 1.

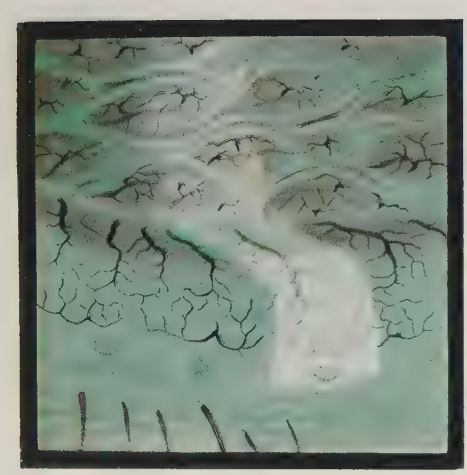
Bild 1. Bindehaut des Unterlides im rotfreien Licht (20 fach).
41 Leichte Conjunctivitis follicularis, die Gefäße sind daher etwas hyperämisch und treten überall, besonders in den einzelnen Follikeln bis in die feinsten Verzweigungen hervor.

Bild 2. Plasmom der Konjunktiva. 57jährige Frau (20 fach). Keine Zeichen für Trachom. Rechtes Ober- und Unterlid leicht sulzig geschwollen und gerötet. In der Mitte des Unterlides eine flache, höckerige Geschwulst. Im indirekten Licht treten die einzelnen gelblichen, papillenartigen Knötchen besonders deutlich hervor. Sie liegen nahe unter der Oberfläche der Bindehaut, die über dem Herd glatt ist und spiegelt. Die anatomische Untersuchung bestätigte die Diagnose.

Bild 3. Normaler Limbus mit ausgeprägtem Palisadensystem.
42 19 Jahre (20 fach). In einzelnen Palisaden ein arterielles Gefäß, das zum Randschlingennetz gehört. Die Gefäße der Randschlingenzone sind besonders gut im durchfallenden Licht zu sehen, ebenso die Blutströmung. Unter normalen Verhältnissen ist ein großer Teil der Gefäße blutleer.

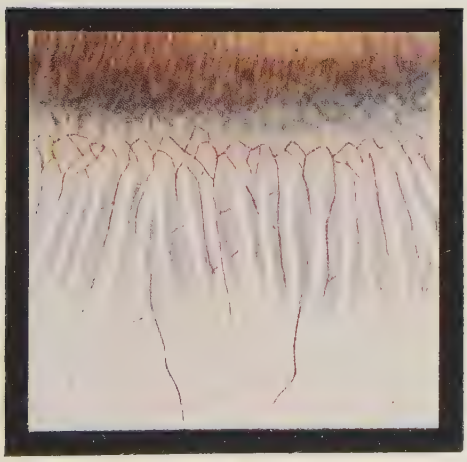
Bild 4. Senile perilimbäre Pigmentation. 68 jährige Frau (20 fach).
42, 50 Das Pigment hat sich besonders reichlich entlang den Palisaden angesammelt. Eine ganz entsprechende Pigmentanordnung findet man bei dunkelpigmentierten Rassen und auch bei pathologischen Hyperpigmentationen z. B. beim Morbus Addisoni. Makroskopisch kann ein deutlicher, bräunlicher, perilimbärer Ring zu erkennen sein. Das Pigment kann auch auf die Hornhautoberfläche übergreifen, meist in Fleckform, seltener in Form einer schmalen Zone in der Hornhautperipherie. (Tafel 7, Bild 23). Das Pigment liegt im tiefen Epithel und in der Subkonjunktiva.

Tafel 1
Bild 1 – 4

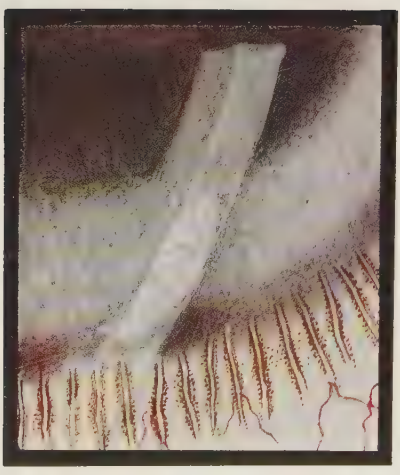


1

2



3



4

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 2

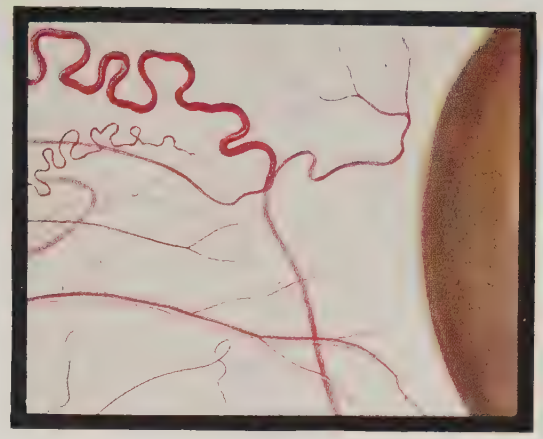
Bild 5—7

Tafel 2.

Bild 5. Senile Veränderung der Bindehautgefäße. 68jährige Frau
43 (20fach). Schlängelung und variköse Erweiterung der Bindehautgefäße findet man bei älteren Leuten sehr häufig. Oft sind diese Gefäßveränderungen auf die Lidspaltenzone beschränkt oder doch in diesem Gebiet stärker ausgeprägt als in der übrigen Bindehaut. Ein Zusammenhang mit den „spontanen" subkonjunktivalen Blutungen ist naheliegend. Ähnliche, meist stärker ausgesprochene Gefäßveränderungen, findet man bei Diabetes, Arteriosklerose, Lues nach Röntgen- und Radiumbestrahlung, usw.

Bild 6. Hämangiom der Caruncula lacrimalis. 30 Jahre (20fach). Das
43 Gefäßknäuel kann makroskopisch einer kleinen Blutung gleichen. An der Spaltlampe ist die Diagnose sicher möglich. Häufiger als an der Karunkel sind kleine Hämangiome am Limbus.

Bild 7. Blutung in die Lymphgefäße der Bindehaut. 67jähriger
43 Patient (20fach). Vor 4 Wochen staroperiert. Die eigenartige Blutung trat spontan auf, ohne Beziehung zur Operation. Die Abbildung zeigt das Resorptionsstadium, mit hyphämaartiger Absetzung des Blutes in ampullenförmig erweiterten Gefäßabschnitten. Die Einschnürungen sind wahrscheinlich durch Lymphgefäßklappen verursacht.



5

6

7

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 3

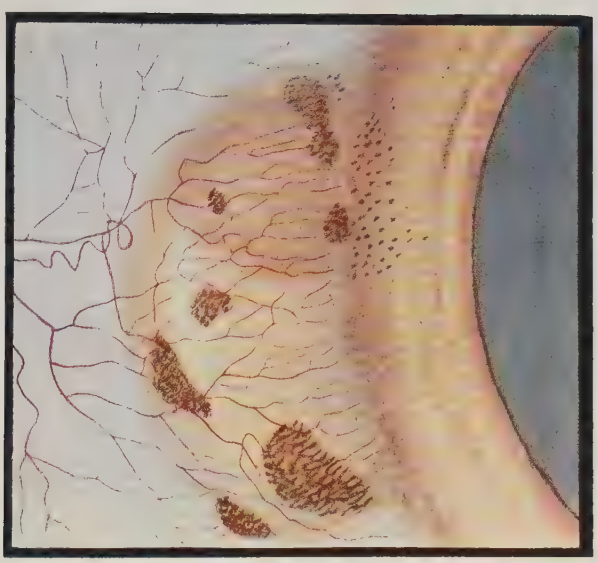
Bild 8—10

Tafel 3.

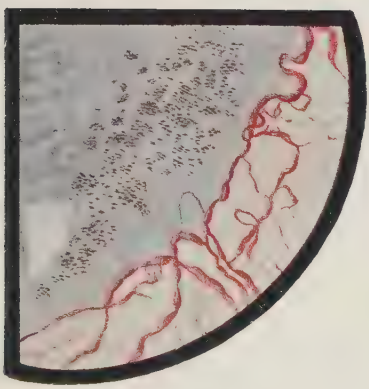
Bild 8. Melanosarkom am Limbus. 11jähriges Kind (20fach). In dem so-
43, 57 liden Tumor sind mehrere Pigmentherde zu erkennen. Für die Malignität der Geschwulst spricht auch das Übergreifen auf die Substantia propria der Hornhaut. Die Spaltlampe deckt solche Pigmentzellennester in der Hornhaut leicht auf. (Siehe auch unter Tafel 3, Bild 9.)

Bild 9. Gefäßveränderungen nach Radiumbestrahlung (30fach).
43, 57 42jähriger Patient, der wegen eines epibulbären Sarkomes vor 7 Jahren wiederholt mit Radium bestrahlt worden war. Die Gefäßveränderungen in Form ampullenartiger Erweiterung sind sehr ausgesprochen. In der Substantia propria der Hornhaut sind massenhafte Pigmentzellennester zu sehen.

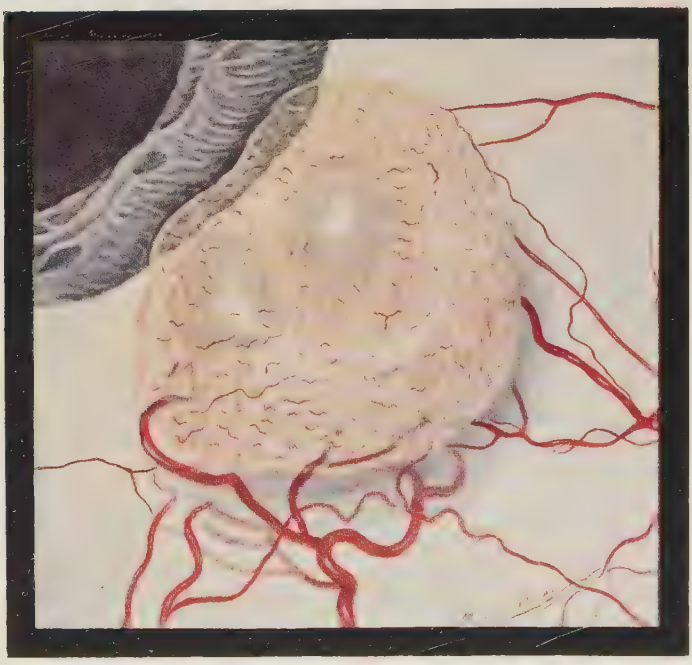
Bild 10. Schleimkyste am Limbus. 12jähriges Kind (20fach). Als Beispiel
43 dafür, wie deutlich an der Spaltlampe Kysten von einem soliden Tumor (s. Tafel 3, Bild 8) zu unterscheiden sind.



8



9



10

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 4

Bild 11—15

Die Hornhaut.

Tafel 4.

Bild 11. Normale Hornhaut (30 fach, Lichteinfall von links). Das fokal eingestellte Lichtbüschel (direkte Beleuchtung) schneidet aus der Hornhaut ein hellgrau aufleuchtendes Prisma heraus. Die Kante *cd* (Textabbildung 21 a) tritt scharf hervor. In den oberflächlichen und mittleren Schichten liegen mehrere Nerven, zum Teil mit Verzweigungen. Sie erscheinen als feine weißgraue Fäden. Das Lichtbüschel fällt weiter nach rechts durch die optisch leere vordere Kammer und auf die Linse und Iris. Vor dem hell aufleuchtenden Iristeil (durchfallendes Licht) läßt die normale Hornhaut keine Einzelheiten erkennen.

44, 45

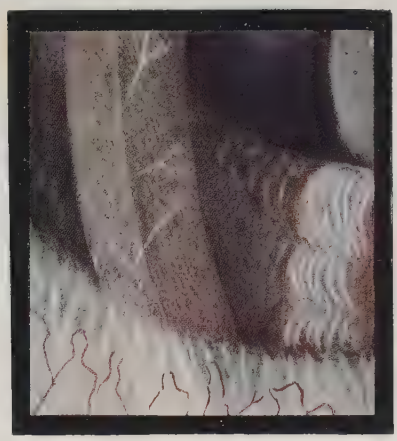
Bild 12—15. Abbildungen zur Demonstration der Wichtigkeit des schmalen Büschels für die Tiefenlokalisation und Dickenschätzung der Hornhaut (20 fach, Lichteinfall von rechts).

47

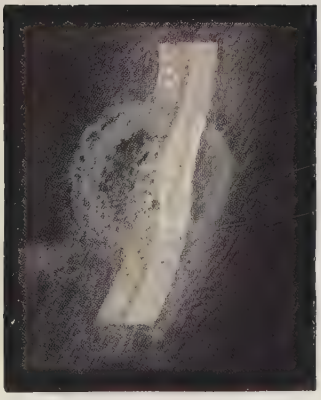
Bild 12. Kauterisiertes kleines Ulcus serpens im weiten Büschel. Die hellaufleuchtende Trübungsoberfläche täuscht einen oberflächlichen Substanzverlust vor.

Bild 13. Im schmalen Büschel tritt eine scharfe Oberflächenlinie an normaler Stelle auf. Ein Defekt besteht demnach nicht, sondern eine Hornhauttrübung, deren Tiefenlage im schmalen Büschel ohne weiteres zu erkennen ist.

Bild 14 u. 15. Rand eines ausgedehnten Ulcus serpens. Die Formveränderung der Hornhaut bleibt auch im schmalen Büschel bestehen. Es handelt sich demnach um eine Verdünnung am Rande und eine Ektasie (siehe den Verlauf der Rückflächenlinie!) der mittleren Gebiete des Geschwüres.

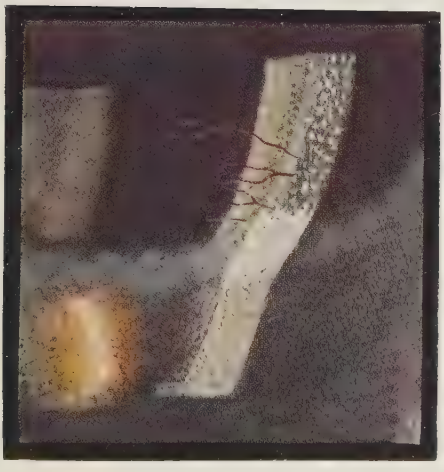


11

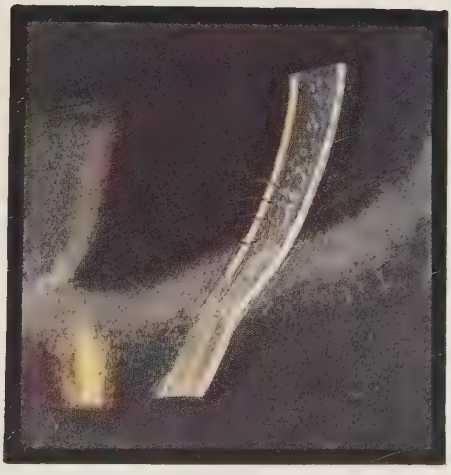


12

13



14



15

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 5

Bild 16—18

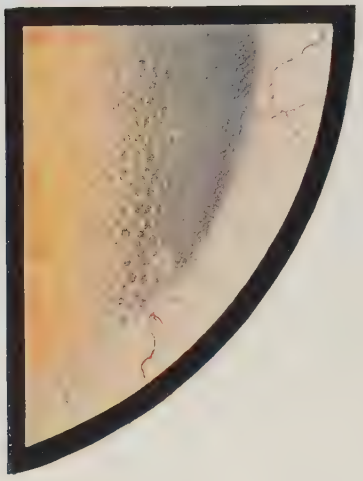
Tafel 5.

Bild 16. Physiologisches Epithelödem am Hornhautrand (30fach, durchfallendes Licht). Die sehr feinen Vakuolen sind nur bei starker Vergrößerung und im indirekten, durchfallenden Licht zu sehen.

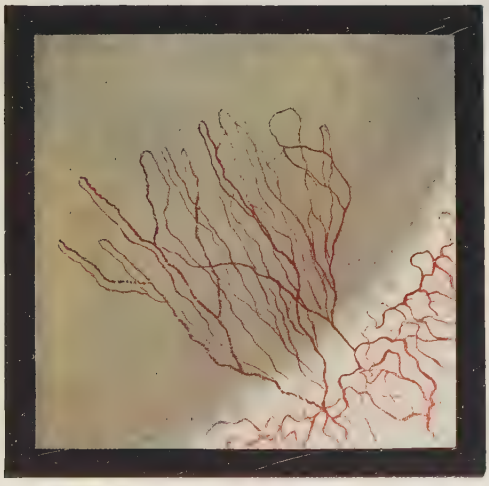
Bild 17. Vorrücken des Epithelödems am Hornhautrand bei beginnender Keratitis (parenchymatosa). Die einzelnen Vakuolen sind gleichzeitig etwas größer geworden.

Bild 18. Vorrücken der oberflächlichen Randschlingen (20fach, durchfallendes Licht), bei frischer Keratitis parenchymatosa. In den dickeren venösen Gefäßen kontinuierliche, in den arteriellen segmentierte Strömung.

16



17



18

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 6

Bild 19 – 22

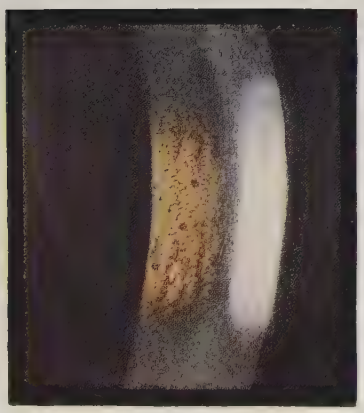
Tafel 6.

Bild 19. Spiegelbezirke der normalen Hornhaut (30 fach, Lichteinfall von rechts). Rechts der sehr helle Spiegelbezirk der Hornhautoberfläche. Er läßt keine nennenswerten Einzelheiten erkennen. Da das Lichtbüschel fokal eingestellt ist, fällt das Spiegelbild des Spaltes mit dem Spiegelbezirk der Hornhautoberfläche zusammen (s. Seite 35). Im kleineren und lichtschwächeren Spiegelbezirk der Hornhautrückfläche werden die einzelnen Endothelzellen sichtbar.

Bild 20. Große flächenhafte Descemetablösung (10 fach). 16 Jähriger, seit Kindheit auf dem rechten Auge schlecht gesehen (links normal), Tension vermindert. Der Defekt nimmt die mittleren Hornhautpartien ein, seine Grenze geht aus der Zeichnung hervor. Nasal oben ist die abgelöste Descemet zu einem Sporn zusammengerollt, der in die vordere Kammer hineinragt. Die Umknickungsstelle ist vom direkten Lichtbüschel getroffen. Unten ist ein breites Band kammerwärts umgeschlagen (s. auch hier den Verlauf des direkten Büschels). Die Ätiologie der Veränderung ist nicht sicher, wahrscheinlich handelt es sich um ein Geburtstrauma.

Bild 21. Descemetrisse bei Buphthalmus (Haabsche Bändertrübung) (10 fach, direktes und durchfallendes Licht), letzteres vor dem Lichtbüschel in der Linse). 15 Jähriger, tiefe glaukomatöse Exkavation, S = Lichtschein.

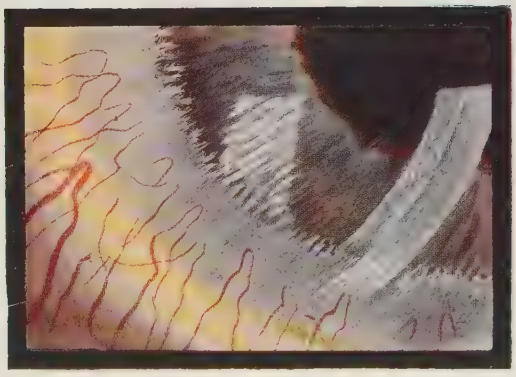
Bild 22. Verbreiterung des Limbus bei Buphthalmus (20 fach, direktes und durchfallendes Licht, derselbe Fall wie 21). Vorrücken des Randschlingennetzes und Trübung der peripheren Hornhautoberfläche.



19

20

21



22

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 7

Bild 23—27

Tafel 7.

Bild 23. Oberflächliche Pigmentierung des Hornhautrandes (20 fach, direktes und durchfallendes Licht s. auch Tafel 1, Bild 4). 24 Jähriger, familiäre, starke, diffuse Hauthyperpigmentation. An beiden Augen makroskopisch sichtbarer geschlossener, brauner Limbusring und fleckförmige Pigmentation der Konjunktiva. Morbus Addisoni war unwahrscheinlich, aber nicht sicher auszuschließen.

52

Bild 24. Senile Pigmentation der Hornhautrückfläche (20 fach, direktes und durchfallendes Licht). 64 Jähriger. Besonders stark im Bereich der Ehrlich-Türkschen Linie. Das Pigment entstammt den Pigmentepithelien der Iris und des Ziliarkörpers (s. auch Vorderkammer und Iris). Das Bild entspricht dem der Kruckenbergschen Spindel. Neben dem Senium kommt höhere Myopie als Ursache in Betracht.

52, 68

Bild 25. Dystrophia endothelialis (30 fach, Spiegelbezirk und durchfallendes Licht). 46 Jährige. Die näpfchenartigen Defekte, einer kammerwärts gerichteten Vorwölbung der Descemet entsprechend, treten im Spiegelbezirk gut hervor. (Im Druck etwas zu hart.) Das Endothel bekommt dadurch das Aussehen einer gehämmerten Kupferplatte. Seit 6 Jahren wechselnder Befund. Vorübergehend traten auch Epithelveränderungen in den zentralen Partien auf (Dystrophia epithelialis?) mit ziliarer Injektion und leichtem Reizzustand. S = 5/15. Vordere Kammer und Iris o. B.

51

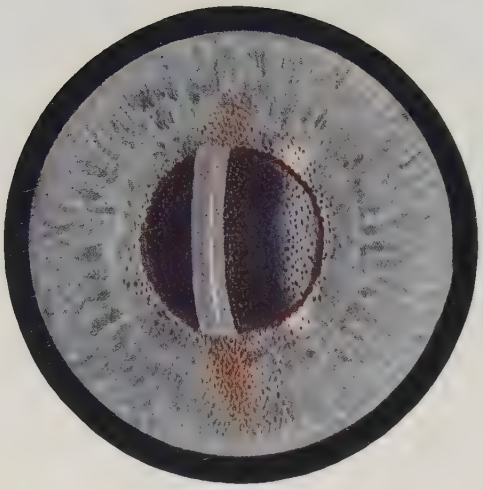
Bild 26. Stählische Linie (20 fach, direktes Licht) am normalen Auge eines 68 Jährigen mit Verzweigung und weißer Körnelung.

52

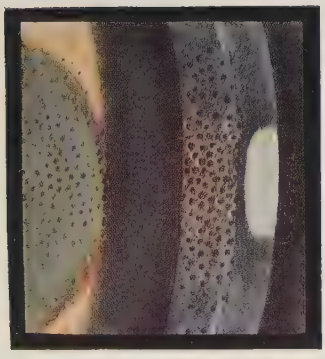
Bild 27. Randdegeneration der Hornhaut (Furchenkeratitis Schmidt-Rimpler) (20 fach, direktes und durchfallendes Licht). 68 Jähriger. Oberer Hornhautrand. Das Epithel ist im Bereich der Trübung wallartig verdickt. Die Trübung besteht aus feinen, gelb-weißen Körnchen. Oberflächliche Gefäße ziehen bis zum Rand der scharf abgesetzten Furche. (Verlauf der Oberflächenlinie!)

53

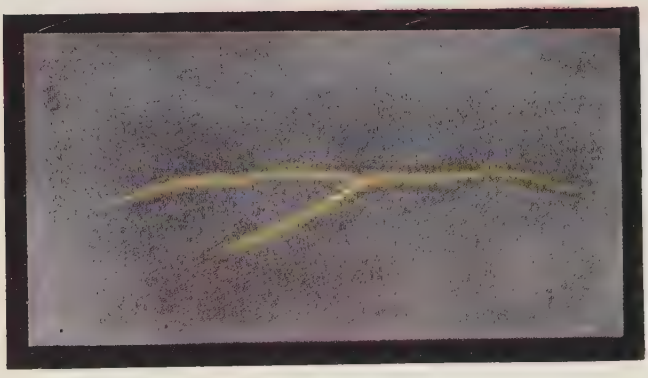
23



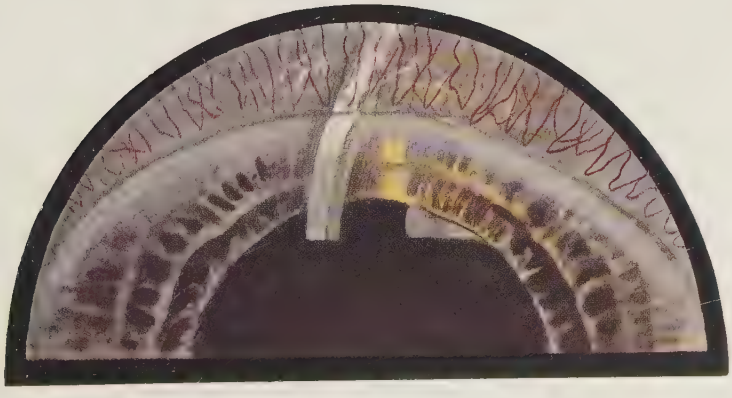
24



25



26



27

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 8

Bild 28—30

Tafel 8.

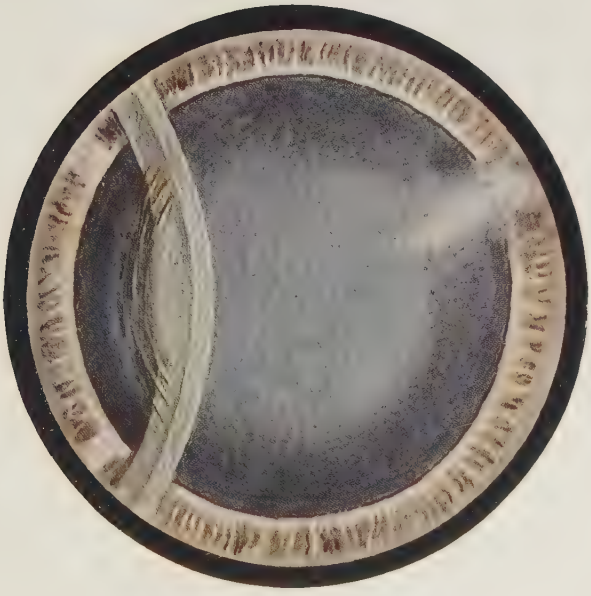
Bild 28. Hornhautfremdkörper mit entzündlicher Reizung. Das
53 Hornhautödem ist an Epithelblasen verschiedener Größe (durchfallendes Licht) und Descemetfalten (direktes Licht) zu erkennen. Die Falten zeigen typische doppelte Reflexstreifen.

Bild 29. Erosio corneae mit entzündlicher Hornhauttrübung (20 fach,
53 schmales Büschel). Die Ausdehnung der Erosio ist durch die wolkige Trübung angedeutet. Das schmale Büschel ist auf den Rand der Erosion eingestellt. Außer Descemetfalten (die Epithelblasen sind fortgelassen) sind als Zeichen der Entzündung feine Trübungen des vorderen und hinteren Drittels der Substantia propria zu erkennen. Die Hornhauthinterfläche ist kammerwärts vorgebuckelt, die mittleren Hornhautschichten sind ungetrübt.

Bild 30. Keratitis disciformis (20 fach, das Büschel ist nach oben und unten
54 verlängert gezeichnet). Im Gegensatz zum vorigen Fall sind gerade die mittleren Hornhautschichten getrübt. Es entsteht so ein scheibenförmiger Herd mit Verdickung der Hornhaut. Am Rande des Herdes treten oft mehrere konzentrisch zueinander verlaufende, zirkuläre Descemetfalten auf. An gleicher Stelle tritt auch infolge der Niveauveränderung an der Hornhautrückfläche ein etwas hinter der Hornhaut liegender Ringreflex auf (s. auch Tafel 16, Bild 58). Oben rechts eine oberflächliche, von einer vorausgegangenen Verletzung herrührende Narbe.

28

29



30

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 9

Bild 31—33

Tafel 9.

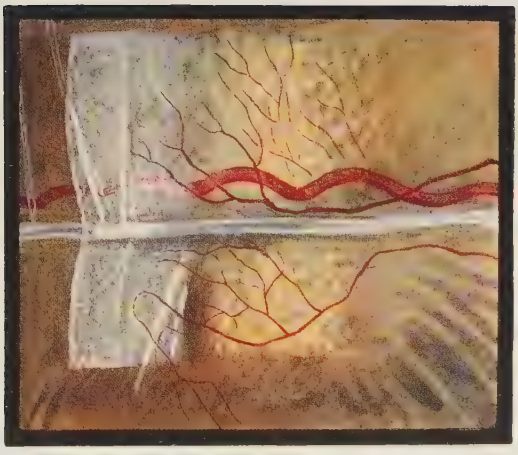
Bild 31. Hornhautperforation (20 fach, direktes Licht). Vor 8 Tagen. Man
54 sieht die Narbe im Prisma durch die gesamte Dicke der Hornhaut hindurchgehen. An der Hinterfläche der Perforation typische radiäre Descemetfalten.

Bild 32. Durchblutung der Hornhaut (20 fach, direktes und durchfallendes
55 Licht). 63 Jährige. Vor 5 Wochen staroperiert. Im Anschluß daran traten mehrere intraokulare Blutungen auf. Die orangegelblich erscheinende Durchblutung betrifft die mittleren Hornhautschichten. Die Anordnung ist scheibenförmig entsprechend der Keratitis disciformis. Das durchblutete Gebiet ist gleichmäßig ohne besondere Strukturzeichnung.

Bild 33. Vaskularisierte Perforationsnarbe (20 fach, direktes und durchfallendes Licht). Verletzung vor $^1/_2$ Jahr. Die Narbe verläuft horizontal durch die Mitte des Bildes. Im direkten Büschel Traktionsfalten der Bowman- und Descemetschen Membran.

31

32



33

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 10

Bild 34—36

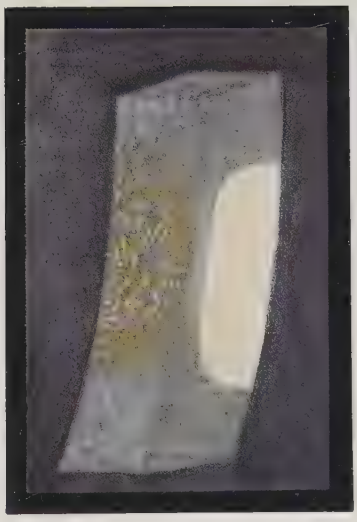
Tafel 10.

Bild 34 u. 35. Medikamentöse Hornhautverkupferung. Das Übersichts-
56 bild 34 (10 fach) zeigt die Anordnung der Kupferherde in den zentralen Hornhautteilen. (Die periphere, ebenfalls verkupferte Zone ist nicht gezeichnet.)

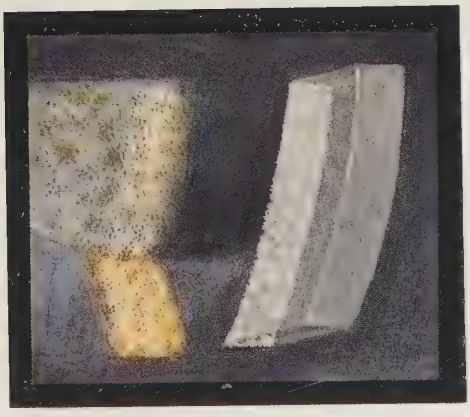
Bild 35. Im Spiegelbezirk (30 fach) erkennt man deutlich, daß die Kupfersalze in den
56 tieferen Hornhautschichten liegen und in der Hauptsache an die Endothelzellen gebunden sind. Nicht betroffene Endothelzellen geben einen deutlichen Spiegelbezirk, während die verkupferten Zellen stumpf erscheinen. Ätiologie: Behandlung eines trachomatösen Auges mit $CuSO_4$-stift. Kein Pannus, S = 5/7.

Bild 36. Silberablagerung in der Hornhaut (20 fach, direktes und durch-
56 fallendes Licht). 71 jähriger Mann, der jahrzehntelang in seinem Beruf der Einwirkung von Silberstaub ausgesetzt war. Im direkten Licht feine, weiß-gelbe Punktierung der gesamten Hornhautrückfläche. Im durchfallenden Licht graubraune Punktierung. Das Silber liegt anscheinend in der Hauptsache in der Descemet (Fall Steindorffs).

34



35



36

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 11

Bild 37–40

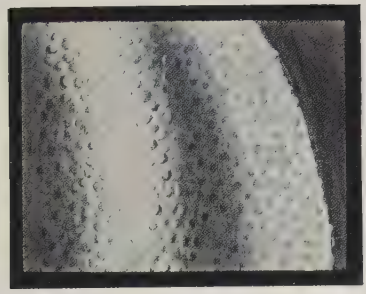
Tafel 11.

Bild 37. Epithelödem bei Glaukoma simplex (30 fach, direktes und durch-
58 fallendes Licht). Die ziemlich gleichmäßig großen Ödemblasen gehören dem Epithel an. (Sie sind deswegen im direkten Licht auf der Hornhautoberfläche angedeutet, obwohl sie dort, selbst bei starker Entwicklung gar nicht oder doch nur sehr undeutlich zu sehen sind). Sie sind im durchfallenden Licht, besonders gut im indirekten durchfallenden Licht zu erkennen.

Bild 38. Endothelödem (30 fach, direktes und durchfallendes Licht). Die Ursache
58 ist eine Iritis mit zelligen Beschlägen an der Hornhauthinterfläche und sekundärer parenchymatöser Keratitis. Auch das Endothelödem ist am besten im indirekten durchfallenden Licht zu erkennen. Die Unterscheidung vom Epithelödem gibt eventuell die Einstellung des Spiegelbezirkes oder die Tiefenunterschiede bei scharfer Einstellung des Mikroskopes mit stärkerer Vergrößerung.

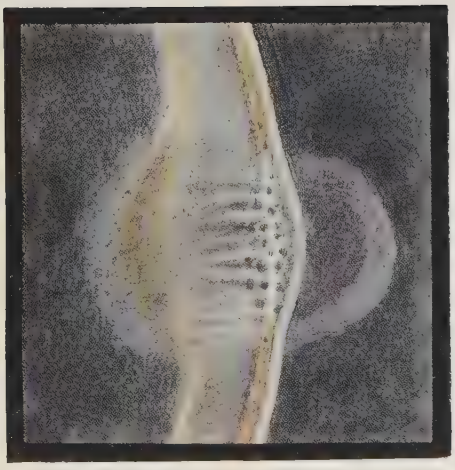
Bild 39. Keratitis bullosa bei Herpes corneae (30 fach, schmales Bü-
58, 62 schel). Abhebung des Epithels durch einen durchsichtigen Flüssigkeitserguß. In der Gegend der Bowman multiple bläschenförmige Herde, die einen Schlagschatten durch die Hornhaut werfen.

Bild 40. Kleine Epithelblase bei Herpes corneae mit Descemet-
58 falten (30 fach, schmales Büschel).

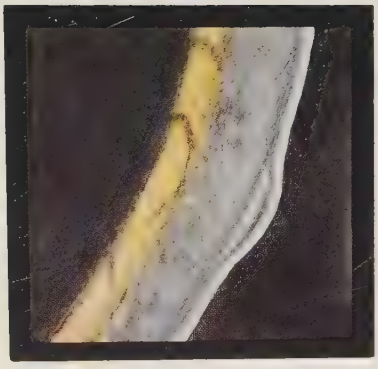


37

38



39



40

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 12

Bild 41—44

Tafel 12.

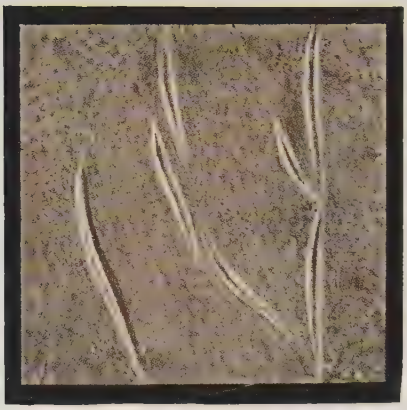
Bild 41. Feinste Descemetfalten bei Iridocyclitis chron. (30 fach, Spiegelbezirk). Die sehr feinen Falten erscheinen als schwarze Linien vor dem Endothel. Im Endothel selber mehrere punktförmige Defekte im Spiegelbezirk. Sie sind durch einzelne zellige Beschläge verursacht. Man sieht außerdem eine leichte Verwaschenheit der Zellgrenzen. 59

Bild 42. Descemetfalten bei Iridozyklitis (30 fach). Im direkten Licht erscheinen sie als dunkle Linien, die an beiden Seiten von charakteristischen Reflexstreifen begleitet sind. 59

Bild 43. Massenhafte, wirbelartige Descemetfalten (30 fach) bei akuter Iritis. Starkes Epithelödem (s. Bild 37). 59

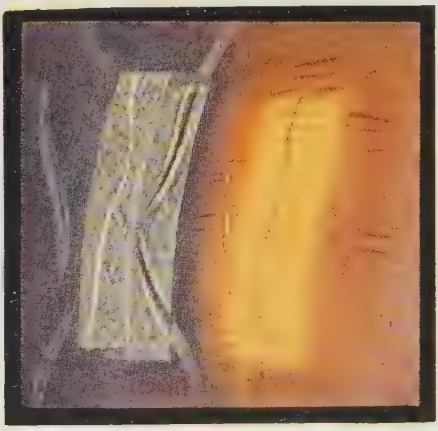
Bild 44. Bowman- und Descemetfalten bei Phthisis bulbi. Alte Verletzung (direktes und durchfallendes Licht, 20 fach). Die seltenen Bowmanfalten sind anscheinend stets Traktionsfalten. 59

41



42

43



44

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 13

Bild 45—48

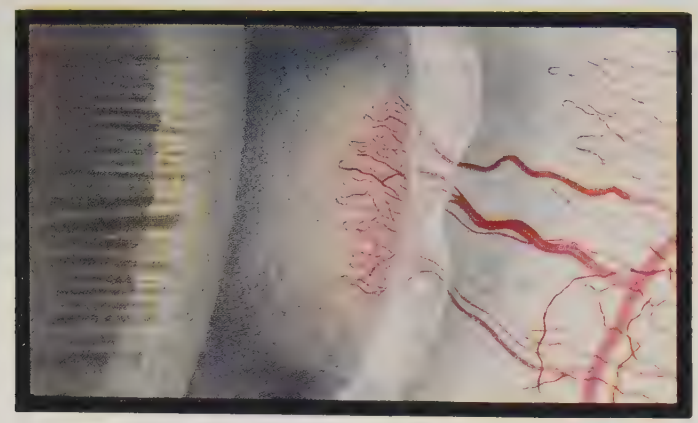
Tafel 13.

Bild 45. Randulkus (direktes Licht, 20 fach). Im direkten Büschel sieht man den
61 Gewebsdefekt, die Infiltration der Substantia propria und die Gefäßentwicklung. Weiter links ist noch ein zweites Büschel gezeichnet, um die massenhaften, entzündlichen Descemetfalten zur Darstellung zu bringen.

Bild 46. Frischer Herpes zoster corneae (bei Herpes facialis). Zwei ober-
62 flächliche Herde, aus Gruppen feinster Bläschen zusammengesetzt. Einzelheiten erkennt man am besten im durchfallenden Licht.

Bild 47. Ausgedehnter Herpes corneae (direktes und durchfallendes Licht,
62 20 fach).

Bild 48. Narben nach wiederholten Herpesrezidiven (20 fach). Die
62 fleckförmigen, fast kreisförmigen, subepithelialen Narben sind für Herpes sehr charakteristisch.



45

46

47

48

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien

Tafel 14

Bild 49—52

Tafel 14.

Bild 49. Sekundäre parenchymatöse Keratitis bei Iridozyklitis tbc. (schmales Büschel, 20 fach). Das Bild zeigt, daß die Entzündung der Hornhaut von einem scheibenförmigen Beschlag an der Hinterfläche ihren Ausgang nimmt. Das hintere Hornhautdrittel ist lokal verdickt und schichtenweise getrübt. Eine weitere Trübungsschicht hat sich an der Grenze des vorderen und mittleren Drittels entwickelt.

53, 65

Bild 50. Abgeheilte Keratitis parenchymatosa e lue congenita, bei einem 13 Jährigen (30 fach). Im direkten Büschel erkennt man die asbestartige Trübung der tiefsten Hornhautschichten. Im durchfallenden Licht die Gefäße, deren Verlauf entsprechend dem der Hornhautlamellen in den einzelnen Schichten stark verschieden ist, so daß sie sich unter großen Winkeln überkreuzen.

61, 63

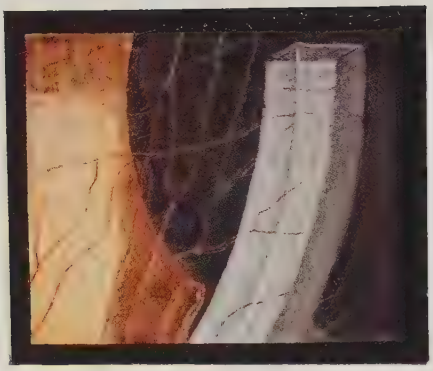
Bild 51. Abgeheilte Keratitis parenchymatosa mit sekundärer Veränderung des Trübungsrestes. Anscheinend handelt es sich um Fett- und Kalkablagerungen. Um die Gefäße ein dunkler Resorptionshof. Bilder wie die unter 50 und 51 der Tafel 14 wiedergegebenen sind für Keratitis parenchymatosa charakteristisch.

61, 64

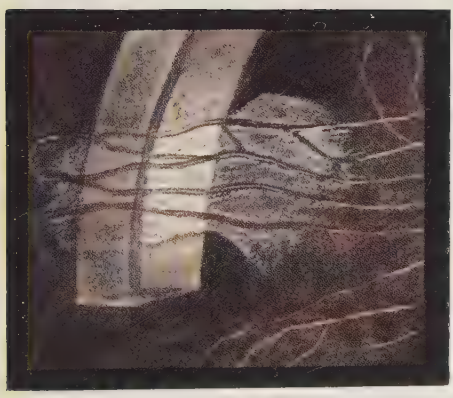
Bild 52. Keratitis parenchymatosa, mit hinteren Auflagerungen beginnend, bei einer 11 Jährigen (direktes und durchfallendes Licht, 30 fach). Die eigenartige Erkrankung konnte bei dem Kinde auf beiden Augen, in Abständen von 3 Jahren, beobachtet werden. Sie begann mit feinen, staub- und fleckförmigen Auflagerungen an einer ziemlich zentral gelegenen Stelle der Hornhautrückfläche. Eine lokale Verdickung der Hornhaut und Trübung der tiefsten Schichten schloß sich an. Unter Zunahme der allgemein entzündlichen Erscheinungen entwickelte sich im Verlauf mehrerer Wochen das Bild der Keratitis annularis.

64

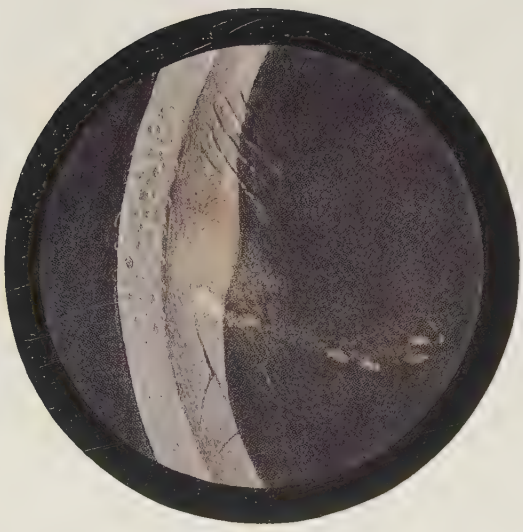
49



50



51



52

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

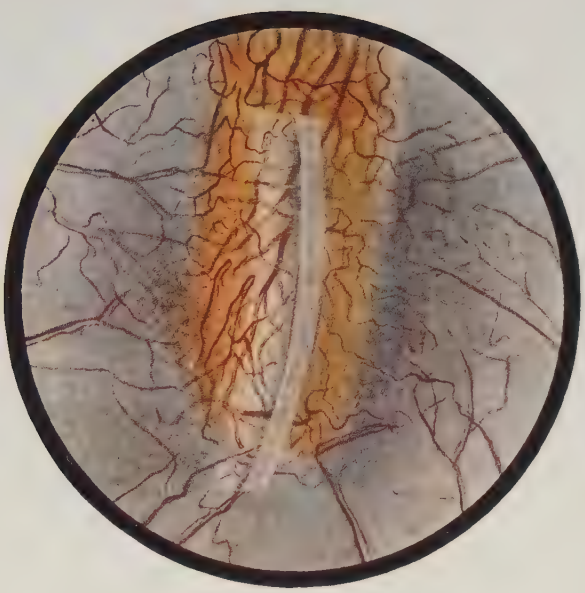
Tafel 15

Bild 53—55

Tafel 15.

Bild 53. Keratitis gummosa. 47 Jährige (20 fach). Zungenförmiger gelblich-
65 weißer Trübungsherd in den mittleren und tiefsten Schichten. Starke Verdickung der Hornhaut. Es bestand keine Skleritis. Die luetische Infektion lag nur wenige Jahre zurück. Unter antiluetischer Kur baldige Besserung.

Bild 54 u. 55. Akne rosacea der Hornhaut. 42 Jähriger. 54. zeigt die Anordnung der
63 Erkrankungsherde in der Hornhaut, 55. das zentrale Infiltrat bei 30 facher Vergrößerung. Charakteristisch ist die gelbliche Farbe und die starke Gefäßentwicklung.



53

54

55

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 16

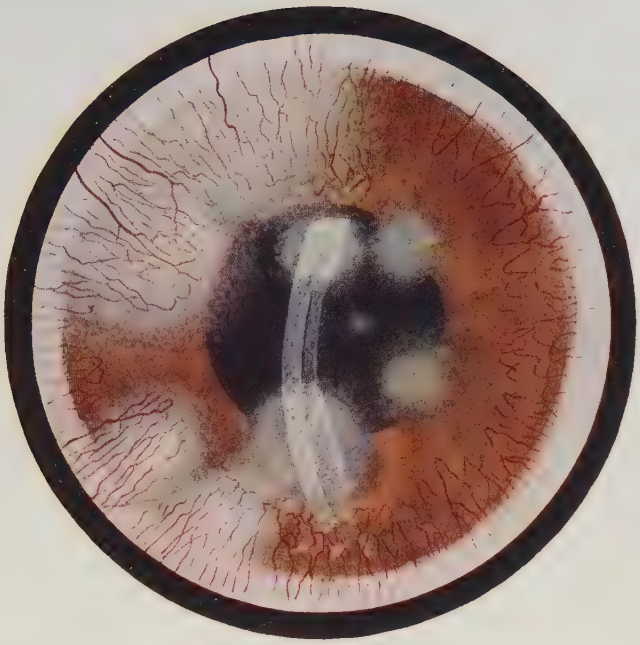
Bild 56—58

Tafel 16.

Bild 56. Keratitis parenchymatosa (tuberculosa) bei einer 23 Jährigen
65 (10 fach). Zungenförmige Herde, ähnlich der sklerosierenden Keratitis, dringen unter starker Gefäßneubildung vom Hornhautrande vor. Sie liegen in den mittleren und tiefen Schichten. Außerdem mehrere knotenförmige Herde von gelblichgrauer Farbe. Sie durchsetzen die gesamte Substantia propria und ragen etwas in die vordere Kammer hinein. Auf diagnostische Tuberkulininjektion Herd- und Allgemeinreaktion (der Spalt ist, wie auch auf dem folgenden Bilde, nach oben und unten verlängert gezeichnet worden).

Bild 57. Keratitis parenchymatosa (tuberculosa) bei einem 19 Jährigen,
65 mit Erythema induratum tuberculosum an beiden Unterschenkeln (10 fach). Die Hornhauterkrankung hat große Ähnlichkeit mit dem vorigen Fall. Die bogenförmigen Trübungen im oberen und unteren Hornhautdrittel sind alte Narben mit Fuchsschen Aufhellungsstreifen (Tafel 17, Bild 60). Der frische zentrale Herd liegt in den mittleren und tieferen Schichten. Die Besonderheit der beiden, als tuberkulös gedeuteten Keratitiden ergibt sich aus dem chronischen, über mehrere Jahre sich erstreckenden Verlauf und den wiederholten Rezidiven. In der Iris fand sich außer geringer sekundärer Reizung keine Veränderung, namentlich keine herdförmige Infiltration oder deren Reste. Scheibenförmige Beschläge wurden während der monatelangen Beobachtungszeit völlig vermißt.

Bild 58. Sekundäre Keratitis bei Iridocyclitis tuberculosa (20 fach).
65 Das hier wiedergegebene Bild ist für schwere Formen der intraokularen Tuberkulose besonders charakteristisch. Es findet sich nur bei deletären Formen. Im vorliegenden Falle war bei der 43jährigen Patientin der Visus bds. auf Handbewegungen direkt vor den Augen gesunken. Die großen, scheibenförmigen Beschläge fanden sich ziemlich gleichmäßig über die ganze Hornhauthinterfläche verteilt. Jeder Beschlag hatte zu einer kreisförmigen, lokalen Verdickung der Hornhaut geführt. Es entsteht dadurch eine Niveauveränderung der Descemet und des Endothels und an deren Rand, bei direkter Beleuchtung und Einstellung des Spiegelbezirkes, ein charakteristischer Ringreflex. Dieser liegt, wovon man sich im schmalen Büschel leicht überzeugen kann, etwas hinter der Hornhautrückfläche (ganz entsprechend kommt der Ringreflex bei Keratitis disciformis zustande. Siehe Tafel 8, Bild 30).



56

57

58

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 17

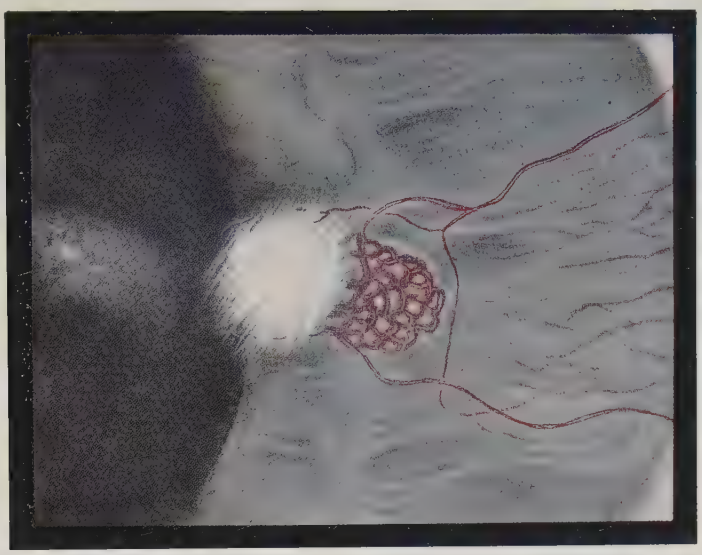
Bild 59—61

Tafel 17.

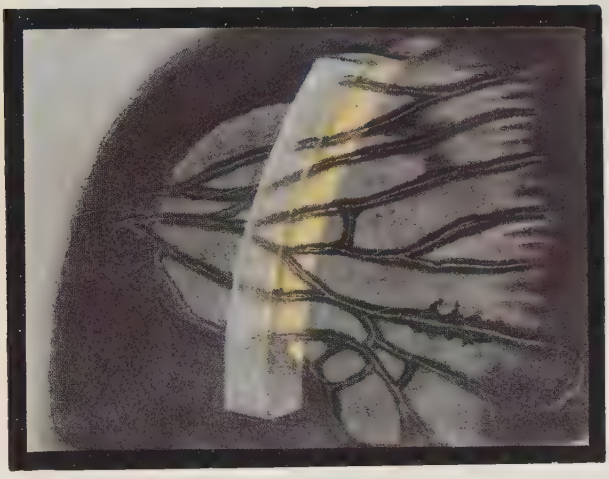
Bild 59. Keratitis uratica (20 fach). 46 Jährige, die seit Jahren an schwerer
66 Arthritis uratica leidet. Die häufig rezidivierende Hornhauterkrankung besteht ebenfalls seit mehreren Jahren. Die Herde gehören im wesentlichen drei verschiedenen Schichten an. Die wolkige Trübung vor der Pupille lag im vorderen Drittel, die sehr dichte, streifige, den Lamellen entsprechend angeordnete in den mittleren, während die stark vaskularisierte direkt vor der Descemet lag. Um die Gefäße fand sich eine Resorptionszone, wie sie schon bei den Resten der Keratitis parenchymatosa geschildert wurde. Die kristallinische Natur der Einlagerungen war an der Spaltlampe deutlich zu erkennen.

Bild 60. Fuchssche Aufhellungsstreifen (20 fach). Diese sehr charakteri-
65 stische Narbenform findet sich nur in den tiefsten Hornhautschichten. Die zugrundeliegende Erkrankung liegt stets mehrere Jahre zurück. Bemerkenswert ist, daß sie anscheinend nicht nach kongenital luetischer Keratitis parenchymatosa auftreten. Die Hauptursachen sind Keratitis eczematosa und sekundäre Keratitis parenchymatosa. Die Aufhellungsstreifen kommen durch Gefäße zustande. Sie sind meist so stark zurückgebildet, daß ihr Nachweis selbst an der Spaltlampe einige Sorgfalt verlangt (durchfallendes Licht!).

Bild 61. Dichte Hornhautmakula nach Keratitis eczematosa (10 fach).
76 Jährige. In den tiefen Schichten flächenhafte Trübung mit Fuchsschen Aufhellungsstreifen. Die oberflächlichen Narben erscheinen körnig, wahrscheinlich durch sekundäre Fett- und Kalkablagerung. Die bei oberflächlichen Narben sehr häufige gelblichbraune Pigmentierung ist ebenfalls zu sehen.



59



60

61

Tafel 18

Bild 62—64

Tafel 18.

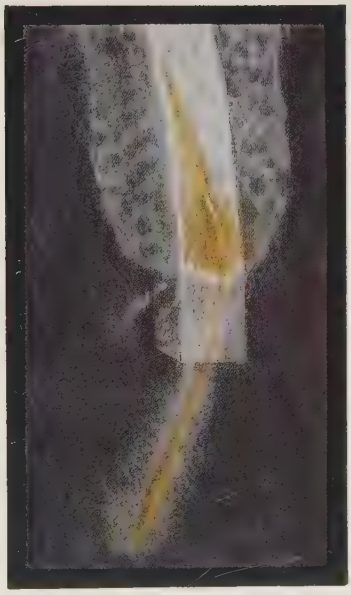
Bild 62. Primäre Fettinfiltration der Hornhaut (20 fach). 29 jährige
67 Patientin, linkes Auge normal. Seit drei Jahren schob sich unter geringen Reizerscheinungen eine zarte Trübungsschicht vom nasalen Rande der rechten Hornhaut pupillenwärts vor. Die Trübung liegt im hinteren Hornhautdrittel; die vorderen Schichten und das Epithel blieben normal. Sie setzt sich aus feinen, kristallinisch schimmernden Körnchen zusammen. Die Vaskularisation trat erst später auf, ohne daß die Gefäße den weiter vorrückenden Rand erreichten. Nach Verlauf eines halben Jahres hatte der Herd den temporalen Pupillenrand erreicht, während am nasalen eine merklich aufgehellte Zone entstanden war. Die Erkrankung wurde als Fettinfiltration gedeutet. Die anatomische Untersuchung eines am Hornhautrande exzidierten Stückes bestätigte die Diagnose. Der Cholesteringehalt des Blutes war erhöht.

Bild 63. Knötchenförmige Hornhautdegeneration (Groenouw) bei
67 einer 26 Jährigen (20 fach). Die Erkrankung entwickelte sich innerhalb drei Jahren, beiderseits gleichmäßig stark, mit leicht entzündlichen Stadien. Die Trübung setzt sich aus einzelnen Knötchen zusammen, die in der vorderen und mittleren Hornhautschicht liegt (Schicht der Nerven?). Eine Niveauveränderung der Hornhautoberfläche bestand nicht.

Bild 64. Pigmentation einer Perforationsnarbe. 31 Jähriger. Verletzung vor drei Jahren. Pigmentation oberflächlicher Hornhautnarben jedweden Ursprungs tritt sehr häufig, meist schon innerhalb weniger Wochen auf.

62

63



64

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 19

Bild 65—67

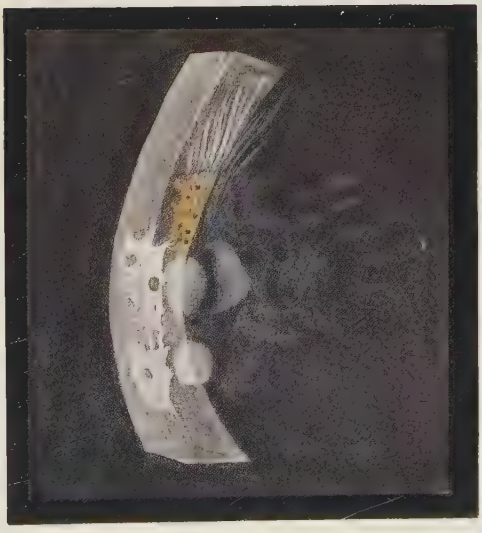
Tafel 19.

Bild 65—67. Keratokonus (20 fach). 31 Jähriger. Das rechte Auge ist am stärksten
68, 69 erkrankt. R — 9 dptr S = 1/10. Links — 2,0 dptr comb. cyl. — 2,0 dptr (100 Grad) S = 5/15. Der Verlauf des fokal eingestellten Lichtbüschels in Bild 65 und 66 (nach oben und unten verlängert gezeichnet) läßt die Vorwölbung der Hornhaut und Verdünnung der Spitze des Kegels erkennen. Im direkten Licht tritt die Verdickung der Nerven gut hervor, ebenso an der Kegelbasis die Bowmanrisse und nach außen davon der Keratokonusring. Der Endothelspiegelbezirk (66) tritt besonders deutlich hervor.

Die Veränderungen der Kegelspitze (30 fach) bei stärkerer Vergrößerung gibt Bild 67 wieder. In den tiefen Schichten (oberer Teil des Büschels) die vertikal verlaufenden Keratokonuslinien. Im Spiegelbezirk einzelne Defekte. Die Zellgrenzen sind etwas verdeutlicht. In den vorderen und tieferen Schichten Keratokonustrübungen in flächenhafter Anordnung.

65

66



67

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 20

Bild 68—70

Die vordere Kammer.

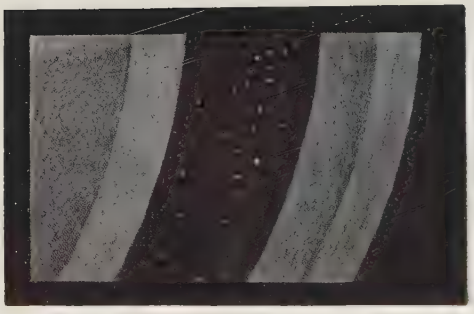
Tafel 20.

Bild 68. Starke Eiweißvermehrung im Kammerwasser bei akuter Iritis. Das Lichtbüschel tritt beim Durchgang durch das Kammerwasser (zwischen Hornhaut und Linse) als weißgraues Band hervor. Im unteren Abschnitt der vorderen Kammer liegt eine dichtere, halbkugelige, scharf begrenzte Trübung mit deutlich hervortretender Oberflächenlinie. Es handelt sich um einen Fibrinklumpen, der sich aus dem Kammerwasser ausgeschieden hat.

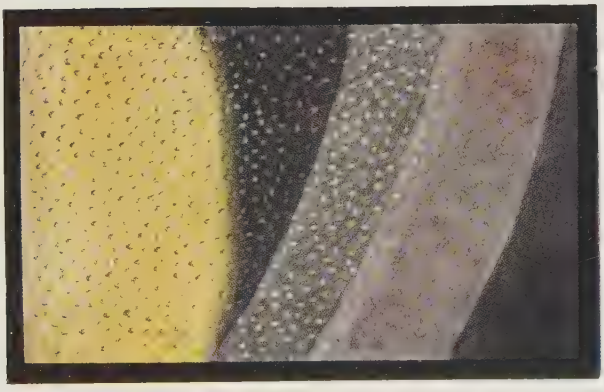
Bild 69. Vereinzelte Zellen im Kammerwasser bei chronischer Iridozyklitis (30 fach). Die Art der Untersuchung des Kammerwassers auf Zellen geht aus der Abbildung hervor. Das Licht kommt von rechts. Das Mikroskop ist auf die Mitte zwischen Hornhaut und Linsenvorderfläche einzustellen. Die Zellen sind nur im Kammerwasser, nicht aber an der Rückfläche der Hornhaut zu sehen.

Bild 70. Massenhafte Zellen im Kammerwasser (30 fach). Das Kammerwasser stand infolge der gleichzeitigen Eiweißvermehrung still. Infolgedessen war die Rückfläche der Hornhaut besonders stark in dem unteren Abschnitt mit zelligen Beschlägen übersät. Im Gegensatz zum vorigen Bild sieht man daher die Zellen auch an der Rückfläche des Prismas, in der Ebene a′b′c′d′ und im durchfallenden Licht.

68



69



70

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 21

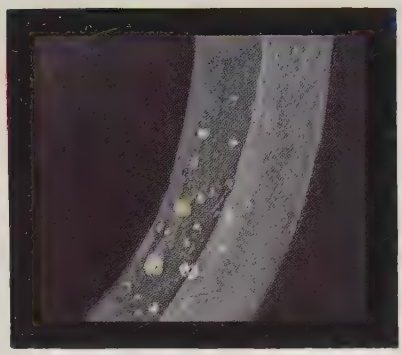
Bild 71—74

Tafel 21.

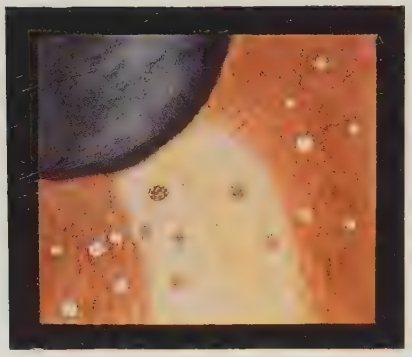
Bild 71 u. 72. Frische scheibenförmige Beschläge im direkten und
76 durchfallenden Licht (20fach).

Bild 73. Derselbe Fall bei 30facher Vergrößerung. Die Zusammensetzung der Beschläge
76 aus einzelnen Zellen tritt, besonders deutlich im indirekten, durchfallenden Licht, hervor.

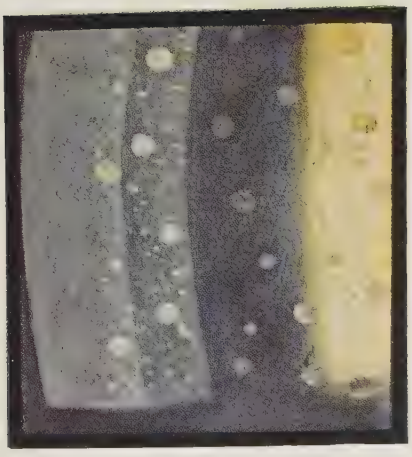
Bild 74. Ältere scheibenförmige Beschläge (durchfallendes Licht, 30fach).
76 Die Beschläge sind, besonders am Rande, aufgelockert. Typisch ist das Auftreten von Pigment. Zwischen den Scheiben liegen einzelne Beschläge, teils kreisrund, teils wetzsteinförmig. Letztere bestehen wahrscheinlich aus Fibrin.



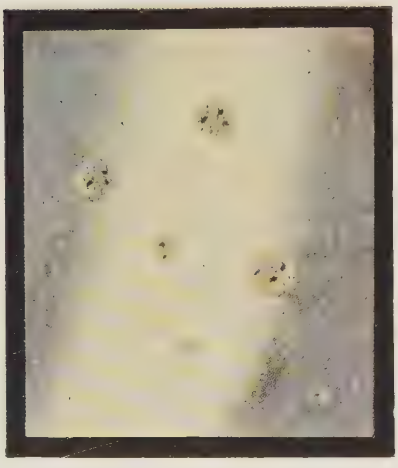
71



72



73



74

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 22

Bild 75—76

Bild 75. Glaskörperhernie in die vordere Kammer, nach Operation eine
78, 131 Cataracta zonularis (10fach). Zur Untersuchung eignet sich am besten schwache Vergrößerung und helles Licht. Im schmalen Büschel tritt eine deutliche Oberflächenlinie an dem vorgefallenen Glaskörper auf. Die Struktur des Glaskörpers ist unverkennbar. Im unteren Teil der Hernie eine hyphämaartig abgesetzte Blutung.

Bild 76. Posttraumatische Epithelcyste in der vorderen Kammer,
78 rechtes Auge eines 10 Jährigen (20fach). Vor einem Jahre perforierende Verletzung durch Pfeilschuß. Ausdehnung und Tiefenlage der Cyste geht aus dem Verlauf des an zwei Stellen gezeichneten Lichtbüschels hervor. Temporal und in der Mitte der Kammer reicht sie von der Hornhauthinterfläche bis zur Linse, der bogige Rand rückt von der Hornhauthinterfläche fort. Die Gefäße gehören den tieferen Hornhautschichten an. Der Inhalt der Cyste bestand aus eiweißreicher Flüssigkeit, mit Einlagerung punktförmiger Elemente. Eine Wärmeströmung war nicht nachzuweisen. Die Tension war erhöht. Trotz wiederholter operativer Entfernung kam es zur Neubildung der Cyste, so daß die Enukleation notwendig wurde. Die anatomische Untersuchung der exzidierten Gewebsstücke bestätigte die Annahme, daß es sich um eine aus Hornhautepithel bestehende Bildung handelt.

75

76

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 23

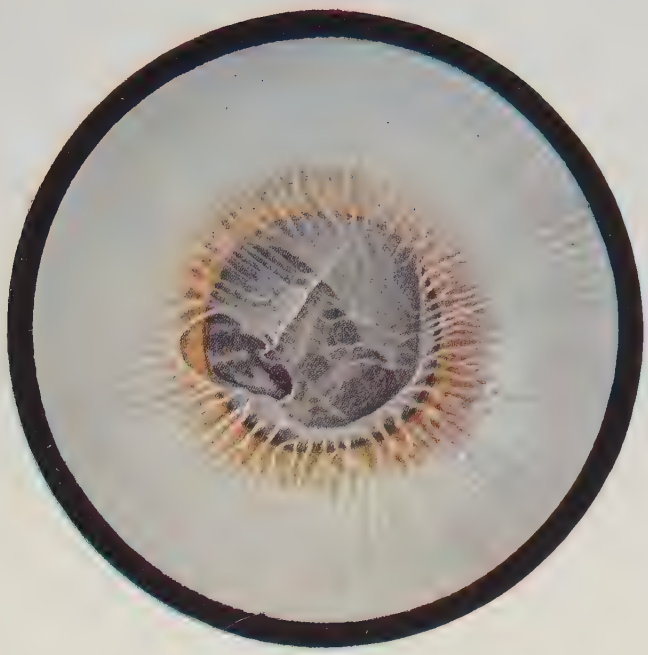
Bild 77–78

Tafel 23.

Bild 77—82. Die wichtigsten Typen der Pupillarmembranreste.

Bild 77. Ausgedehnte Reste in Form einer Platte, die nur seitlich
81 eine längs ovale Lücke besitzt. Die Gefäßreste sind unpigmentiert und ohne Blutzirkulation, der Übergang in die Irisgefäße ist ohne weiteres zu erkennen. Die Linse ist mangelhaft entwickelt.

Bild 78. Fadenförmige Reste in Form eines feinen Netzes vor
81 der Pupille ausgespannt. Sie gehen von der Iriskrause aus und sind mit Pigmentklumpen besetzt. Teilweise Fixation am vorderen Linsenpol kommt vor. Häufiger als ganze Netze dieser Art sind einzelne, mehr oder weniger lange, von der Iriskrause ausgehende Fädchen, deren Ende entweder an einer anderen Stelle der Krause ansetzt oder auch frei im Kammerwasser schwimmt.



77

78

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 24

Bild 79—82

Tafel 24.

Bild 79. Die häufigste Form der Pupillarmembranreste auf der
82 vorderen Linsenkapsel. Sie bestehen aus mesodermalen Pigmentzellen mit drei, seltener vier oder mehr kurzen Ausläufern. Sie können in großer Zahl vorhanden sein und dann eine dichte Platte bilden. Meist besteht in solchen Fällen eine fadenförmige Verbindung mit der Iriskrause.

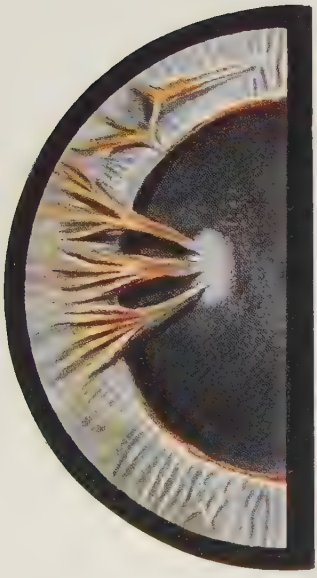
Bild 80. Seltene Form der Pupillarmembranreste auf der vor-
82 deren Linsenkapsel. Sie unterscheiden von der vorigen Form durch die langen, sehr feinen Ausläufer der einzelnen Zellen.

Bild 81. Dicke pigmentierte Gefäßreste. Sie sind an der Linse fixiert.
81 An der Fixationsstelle ein vorderer Kapselstar. Das Bild ist bei erweiterter Pupille gezeichnet. Bei enger Pupille bilden die Gefäße einen nach vorne konvexen Bogen. Die Ansatzstelle an der Linse verschwindet hinter dem Pupillarsaum. Bemerkenswert ist, daß im Bereich der Anomalie der epitheliale Pupillarsaum fehlt.

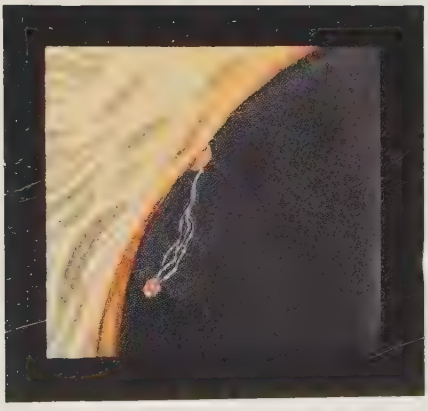
Bild 82. Sehr seltene Form der Pupillarmembranreste. Ein feines Fadenbündel geht vom Pupillarsaum aus. Es endigt in einem Pigmentknötchen, das an der Linse fixiert ist. Solche, sehr zarte Anomalien werden sehr leicht übersehen. Der genaue Verlauf ist nur bei Untersuchung mit dem direkt eingestellten Lochbüschel zu erkennen.

79

80



81



82

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

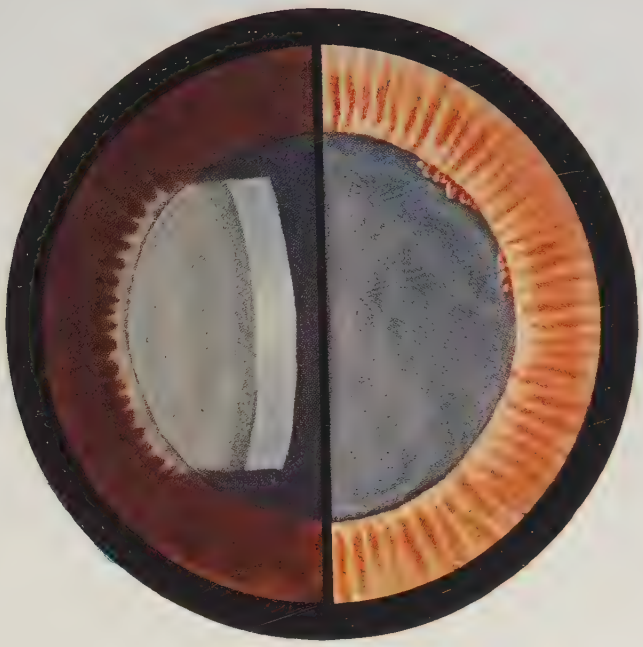
Tafel 25

Bild 83—84

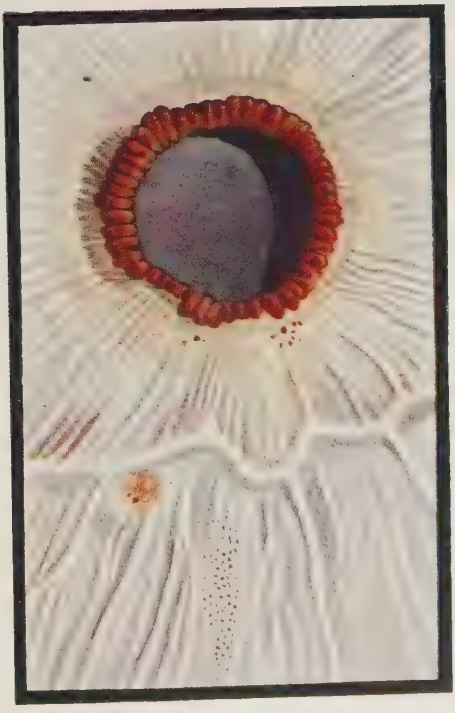
Tafel 25.

Bild 83. Senile Atrophie des Pigmentepithels. (20fach.) Im direkten
83 Licht (rechte Bildhälfte) fehlen große Teile des ektodermalen Pupillarsaumes. Im durchfallenden Licht (linke Bildhälfte) erkennt man, daß die Atrophie des Pigmentepithels nicht nur den Pupillarsaum betrifft, sondern auch noch eine schmale, angrenzende Zone der Irisrückfläche.

Bild 84. Geringe Pigmentverstreuung in der Iris. (30fach.) 66 Jährige. Das
80, 83 Bild stellt zunächst einen normalen Pupillarsaum bei Miosis dar. Der Pupillarsaum liegt bei enger Pupille nicht der Linsenvorderfläche an, sondern ist etwas von ihr abgehoben. Der in radiäre kleine Wülste zusammengelegte Pupillarsaum ist im unteren Abschnitt wesentlich schwächer entwickelt als in seinen übrigen Teilen. Gleich unterhalb des Pupillarsaumes punktförmige Pigmenteinlagerungen im Stroma und unterhalb der Iriskrause eine größere Anzahl feinster Pigmentpünktchen in fischzugähnlicher Anordnung. Solche Pigmentverstreuungen fehlen in keiner Regenbogenhaut eines älteren Menschen. Sie sind als reine Altersersheinung aufzufassen und oft sehr stark ausgebildet. Pigmentablagerungen an der Hornhauthinterfläche kommen dabei ebenfalls nicht selten vor. Ganz entsprechende Bilder finden sich beim Glaucoma simplex, ohne daß eine Unterscheidung beider Formen an der Spaltlampe möglich wäre.



83



84

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 26

Bild 85—87

Tafel 26.

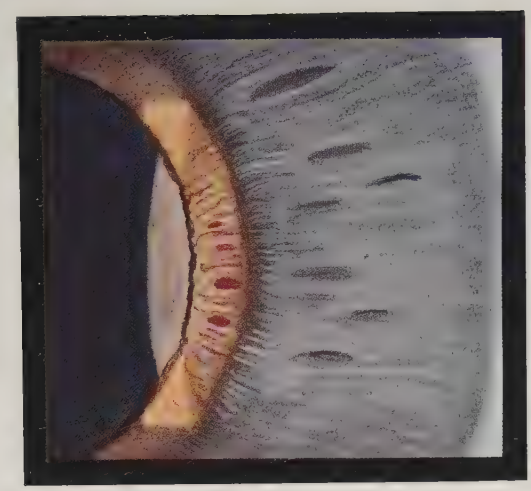
Bild 85. Intrastromale Blutung nach Contusio bulbi im Sphinktergebiet. (20fach.) Das fokale Büschel ist auf die Linsenoberfläche eingestellt. Das obere und untere Ende berührt eben noch das Sphinktergebiet der Iris. Bei dieser Einstellung werden Teile des Sphinkters direkt beleuchtet. Das Muskelgewebe leitet das Licht relativ gut. Man sieht daher, nicht zu starke mesodermale Pigmentation vorausgesetzt, den Sphinkter als gelblichrot aufleuchtendes, zirkuläres Band im Stroma liegen. Im vorliegenden Falle kommen als pathologische Veränderung feine intrastromale Blutungen hinzu. Sie treten im indirekten Licht gut hervor, während sie bei direkter Beleuchtung nicht zu sehen sind.

79, 85

Bild 86. Pigmentepithelcyste. (20fach.) 32 Jähriger. Der Bildung der Cyste ging eine öfter rezidivierende Iritis rheumatica mit Seclusio, Occlusio pupillae und Sekundärglaukom voraus. Wiederholte Iridektomie nach unten führte immer wieder zum Verschluß der Lücke durch Wucherung des Pigmentepithels und schließlich zur Bildung einer Cyste. Die lochartigen Lücken an ihrer Vorderfläche waren durch eine zarte, durchsichtige Membran verschlossen. Der Inhalt bestand aus optisch leerer klarer Flüssigkeit. Die Cyste wuchs allmählich, erreichte die Hornhautrückfläche und kam zum Platzen. Der kollabierte Sack lag später, an einer Stelle an der Hornhautrückfläche fixiert, in der vorderen Kammer.

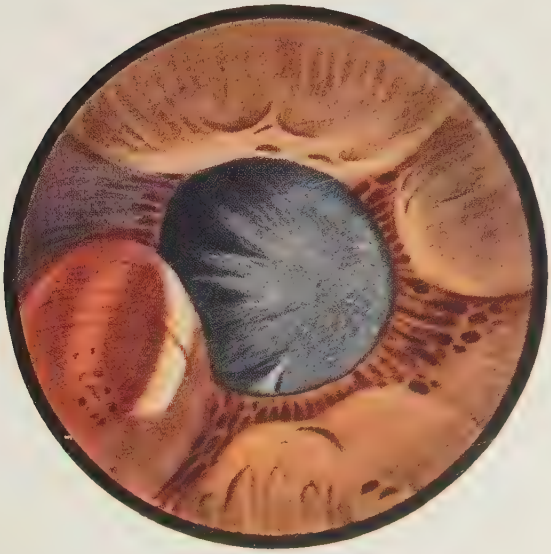
86

Bild 87. Cystenartige Abhebung des mesodermalen Irisblattes. (20fach.) Linkes Auge. Vor $1^1/_2$ Jahren schwere Iritis mit unbekannter Ursache. Das fokale Lichtbüschel ist auf den nasal unten gelegenen der vier Irisbuckel eingestellt. Die Vorderfläche besteht aus Irisstroma, die Rückfläche aus Pigmentepithel. Die Vorderwand ist auch im durchfallenden Licht zu untersuchen. Man sieht im so eingestellten Gebiet mehrere dunkelbraune kleine Flecke. Es handelt sich um Pigmentepithelien, die am Stroma haften geblieben sind. Über den Inhalt der Cyste war bei der Undurchsichtigkeit ihrer Vorderwand nicht viel auszusagen. Die Linse war getrübt, die intraokulare Tension etwas erhöht, die Sehschärfe auf Handbewegungen direkt vor dem Auge gesunken.



85

86



87

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 27

Bild 88–90

Tafel 27.

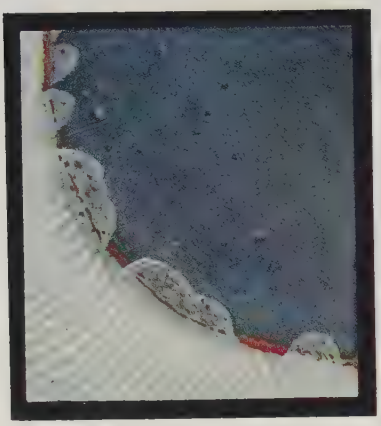
Bild 88. u. 89. Pupillarsaumknötchen bei chronischer Iridozyklitis. (30fach.)

87 Bild 88. Relativ frische Knötchen, glasig, durchsichtig mit glatter Oberfläche und geringer Pigmentbestäubung. Keine Reaktion in der Umgebung.

88 Bild 89. Ältere, zum Teil konfluierte Knötchen. Die Knötchen sind undurchsichtig geworden, ihre Oberfläche ist leicht rauh und mit weißen Körnchen und Pigmentklümpchen überstäubt.

89 Bild 90. Knötchen an fadenförmigen Resten der Pupillarmembran. (20fach.) 43Jährige, mit Iridocyclitis tuberculosa. In der Iris keine Infiltrationsherde. Die Fäden sind bei Mydriasis straff gespannt. Ungefähr am vorderen Linsenpol besteht eine Fixation. Entstehung und Rückbildung der Knötchen konnte im Verlauf der Erkrankung wiederholt beobachtet werden. Besonders reichlich saßen sie an den horizontal verlaufenden Fäden. Die Knötchen glichen in Form und Aussehen völlig den verschiedenen Stadien der Pupillarsaumknötchen.

88



89

90

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 28

Bild 91 – 94

Tafel 28.

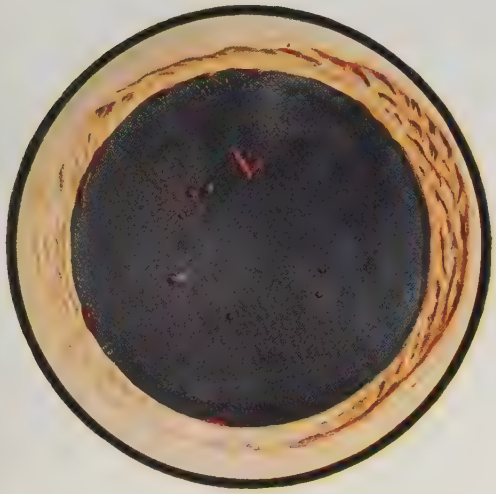
Bild 91 u. 92. Starke Pigmentausstreuung auf der vorderen Linsenkapsel bei akuter Iritis.

Bild 91. Übersichtsbild bei 20facher Vergrößerung.

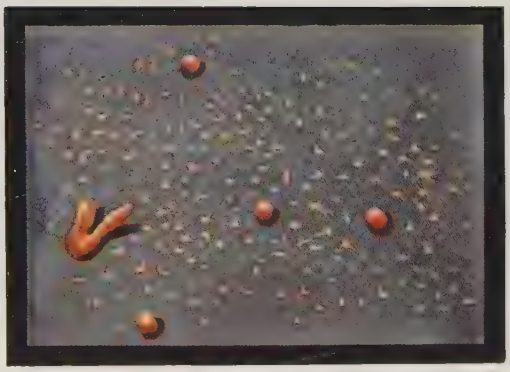
Bild 92. Ausschnitt bei 30facher Vergrößerung. Man kann zwei Formen von Pigment unterscheiden: große rundliche und wulstige Klumpen = Pigmentepithelien und massenhafte kleine sternförmige Einzelzellen = mesodermale Pigmentzellen. Die Pigmentation kann sich in manchen Fällen stark zurückbilden. Nicht selten bleiben aber mesodermale Pigmentzellen liegen. Es entsteht so ein Bild, das bis auf Einzelheiten den angeborenen sternchenförmigen Resten der Pupillarmembran gleicht, so daß eine sichere Unterscheidung der beiden Formen unmöglich werden kann.

Bild 93. Beginnende Vaskularisation einer Pupillarschwarte. 21Jährige, mit rezidivierender Iritis (rheumatica?). Die sehr zarten Gefäßbüschel können im direkten Licht oft kaum zu sehen sein. Sie treten dagegen sehr deutlich bei Einstellung des Spiegelbezirkes hervor.

Bild 94. Ektropium uveae acquisitum. (20fach.) 46Jähriger. Vor 6 Jahren perforierende Verletzung. Der Narbenzug der Iris kommt durch den gestreckten und senkrecht zum Ektropium gerichteten Verlauf der atrophischen Trabekel zum Ausdruck.

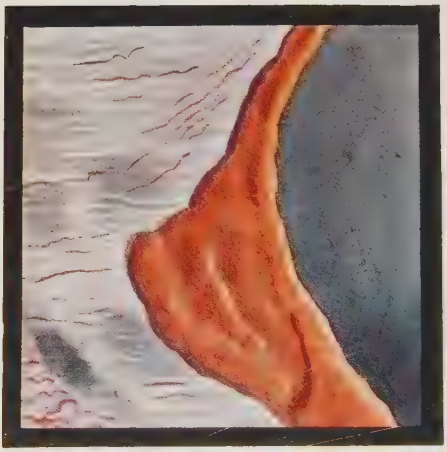


91



92

93



94

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

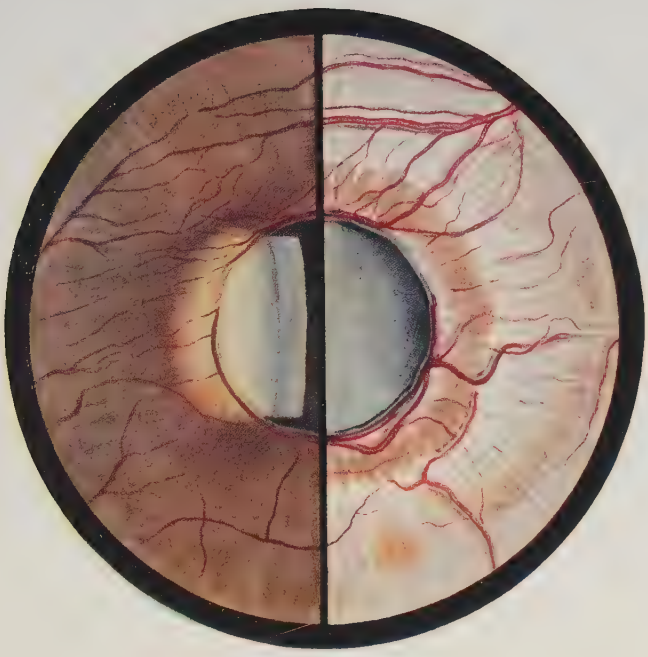
Tafel 29

Bild 95—96

Tafel 29.

Bild 95. Irisatrophie bei Glaucoma chronicum inflammatorium.
91 59 Jährige, S = O. Tension 60 mm Hg Schiötz. In der rechten, direkt beleuchteten Irishälfte erkennt man die Atrophie des Stromas und die starke Pigmentausstreuung. Stark gefüllte, zum Teil neu gebildete Gefäße liegen streckenweise frei vor dem Irisstroma (Schlagschatten). Die linke Hälfte zeigt die Atrophie des Pigmentepithels im Sphinktergebiet.

Bild 96. Irisatrophie bei Iritis tuberculosa. (20fach.) 21 Jährige. Im
90 direkten Licht erkennt man die Napfkucheniris, die Gefäßeinwucherung in die Pupillarschwarte und die mesodermale Atrophie. Im durchfallenden Licht (Basis der Iris rechts) die hochgradige, aus kleinen lochartigen Defekten zusammengesetzte Atrophie des retinalen Blattes.



95

96

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 30

Bild 97—100

Die Linse.

Tafel 30.

Bild 97–99. Die Diskontinuitätszonen der normalen Linse.

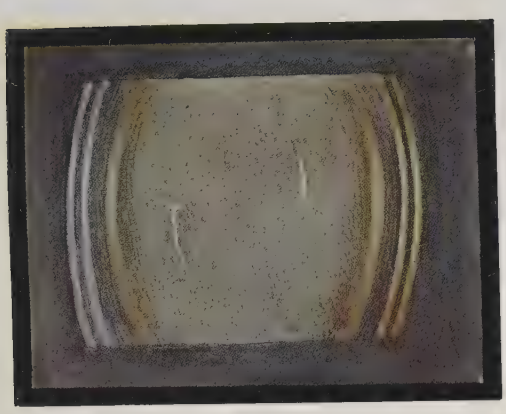
93–97

Bild 97. Die Linse eines 3jährigen Kindes. Schmales Büschel (20fach), Lichteinfall von links. An Diskontinuitätszonen sind zu sehen: Vordere Kapsel, Abspaltungszone, vordere periphere Embryonalkernoberfläche, zentraler Embryonalkern in Bohnenform, das zentrale Intervall (in der Abbildung wenig hervorgehoben), periphere Embryonalkernrückfläche, hintere Abspaltungszone, hintere Kapsel. Im Embryonalkern die Nähte.

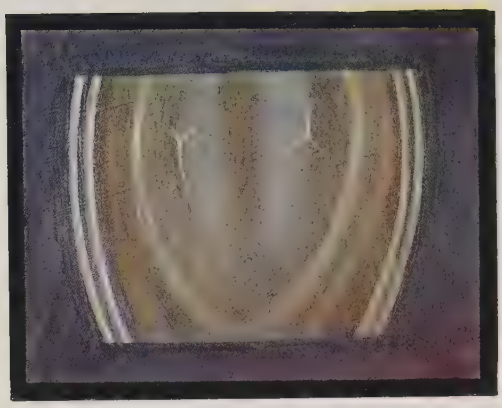
Bild 98. Linse eines 16 Jährigen. Lichteinfall ebenfalls von links. Zwischen Abspaltungszone und peripherer Embryonalkernoberfläche ist ein ziemlich breiter, lichtschwacher, diffus begrenzter Streifen aufgetreten = Oberfläche des Alterskernes. Die übrigen Diskontinuitätszonen wie bei 1. Der zentrale Embryonalkern mit zentralem Intervall tritt gut hervor.

Bild 99. Linse eines 40 Jährigen. Lichteinfall von rechts. Im Vergleich zu Abbildung 2 tritt die Alterskernoberfläche lichtstärker hervor. Der sagittale Durchmesser der Rinde hat beträchtlich zugenommen.

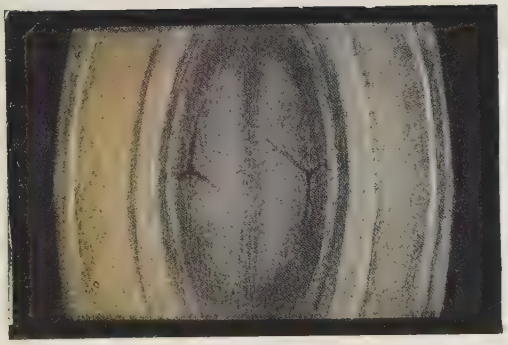
Bild 100. Vordere Rindennaht. Kombiniertes Bild, unter Absuchen der vorderen
97 Linsenfläche im Spiegelbezirk gezeichnet.



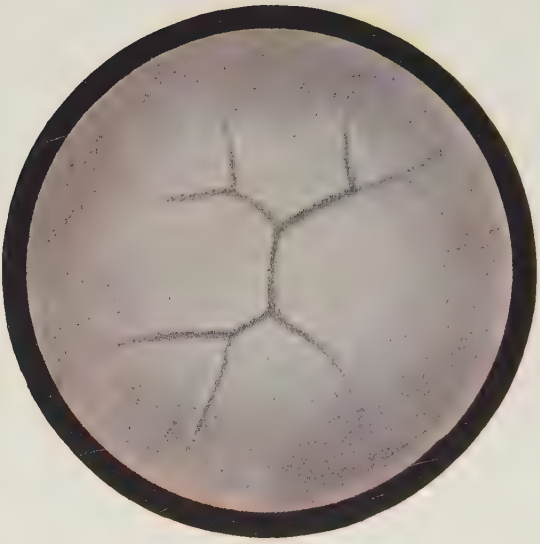
97



98



99



100

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 31

Bild 101—104

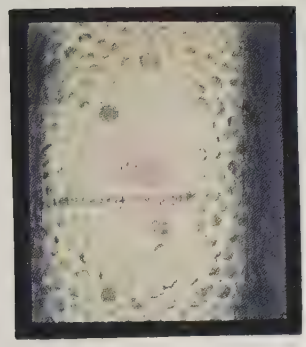
Tafel 31.

Bild 101. Normaler vorderer Linsenchagrin. (30fach.) In der Mitte des
97 Bildes eine horizontal verlaufende Rindennaht. Leichtes Farbenschillern in den mittleren Bezirken gehört zum normalen Befund.

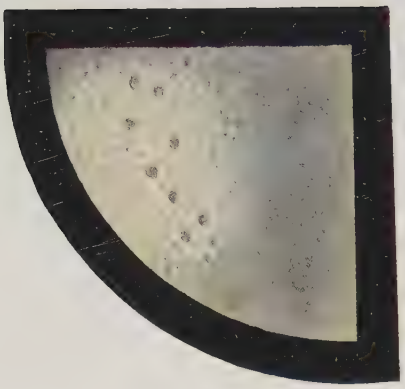
Bild 102. Chagrinkugeln. 45Jähriger (20fach). Das Bild entspricht einem Sektor
97 der Linsenvorderfläche. Der Chagrin ist bei diffuser Einstellung des Lichtes gezeichnet. In der intermediären Zone mehrere kugelartige, dunkle Defekte im Spiegelbezirk, die sogenannten Chagrinkugeln. Sie gehören im höheren Alter zum physiologischen Befund.

Bild 103. Hinterer Linsenchagrin der normalen Linse. (30fach.)
97 Er ist kleiner als der vordere Chagrin, lichtstärker und von gelblicher Farbe.

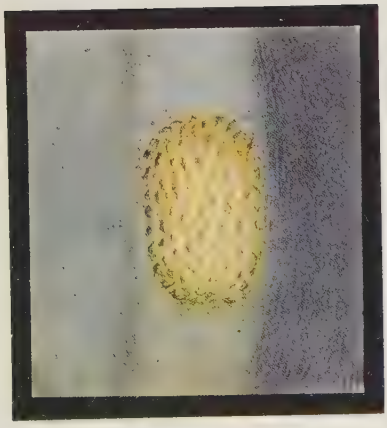
Bild 104. Die bogenförmige Linie und der physiologische Rest
99 der Arteria hyaloidea. (20fach.) Das von links kommende Lichtbüschel ist fokal auf die hintere Linsenfläche eingestellt. Die hintere Embryonalnaht dient zur Orientierung. Die physiologischen Reste finden sich nasal vom hinteren Pol. Sie werden bei direkter Beleuchtung sichtbar.



101



102



103

104

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 32

Bild 105—109

Tafel 32.

Bild 105. Vordere axiale Embryonalkatarakt. Diese sehr häufige angeborene Starform setzt sich aus multiplen, im direkten Licht kreideweißen, diffus begrenzten Trübungsherdchen zusammen. Sie liegen in der Ebene der vorderen Embryonalnaht. Die Nähte selbst sind unverändert. Im durchfallenden Licht verschwinden die Trübungen vollständig.

100

Bild 106. Angeborene vordere Embryonalnahtkatarakt. Sie stellt eine nicht sehr häufige Abart der vorigen Starform dar. Im Unterschied zu ihr ist die Naht ebenfalls getrübt und Trübungsherde sind an die Enden der Nahtäste angelagert.

100

Bild 107. Hintere angeborene Embryonalnahtkatarakt. Die sehr dünnen Trübungen der hinteren Naht gehen bis in die einzelnen Verzweigungen. Feine Trübungen liegen in der Umgebung. Ihre Anordnung gibt den Verlauf der Linsenfasern deutlich wieder. Die auffällige grünblaue Farbe im direkten Licht erklärt sich als optisches Phänomen (siehe auch Cataracta coronaria). Im durchfallenden Licht ist von den Trübungen nichts zu sehen.

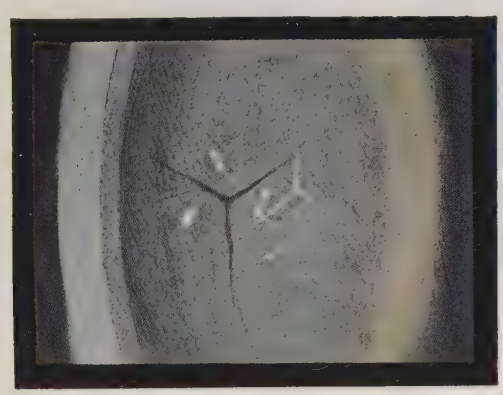
101

Bild 108. Vordere angeborene Nahtkatarakt, in mehreren durch Abdrängung entstandenen Schichten hintereinander. Auch hier sind die sehr zarten Trübungen im direkten Licht blaugrün. Die weißlich bis weißgelblichen Trübungen der eigentlichen Nahtlinien sind dichter und auch im durchfallenden Licht zu erkennen. Bemerkenswert ist noch die feine Segmentierung am Rande. Die am weitesten nach vorne gelegene Nahttrübung liegt ziemlich genau in der Ebene der peripheren vorderen Embryonalkernzone.

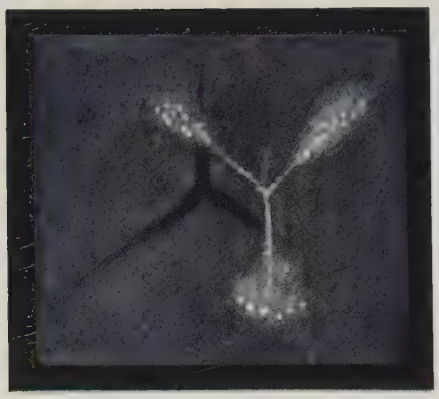
101

Bild 109. Angeborene Trübung beider Embryonalnähte, außerdem feine, punktförmige Trübungen des Embryonalkernes und Cataracta coronaria. Die flächenhaften Trübungen im Bereich der Nähte zeigen grünblaue Farbe, weiße, dichtere Trübung der eigentlichen Nähte und Segmentierung am Rande. Die beiderseitige Anomalie wurde bei einem 17 Jährigen gefunden. S = 5/7,5.

101

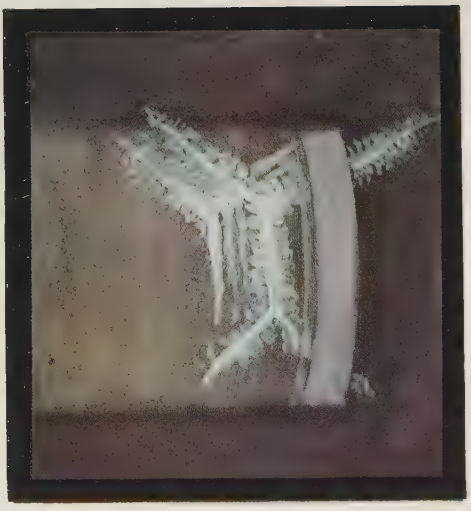


105



106

107



108

109

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

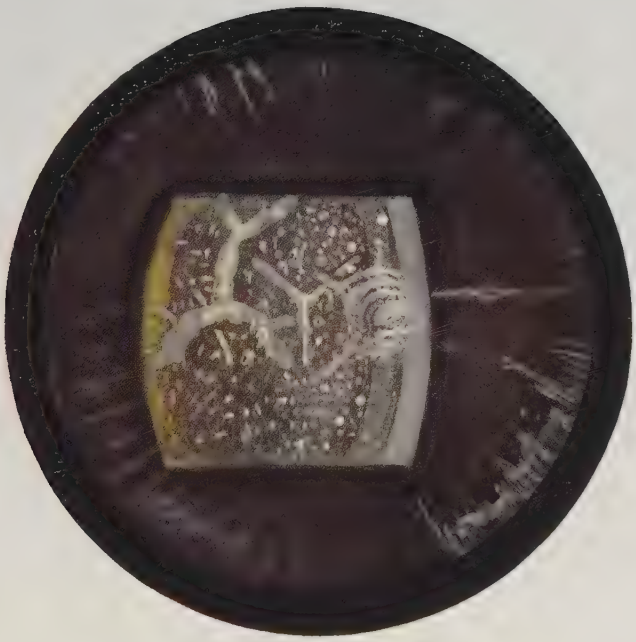
Tafel 33

Bild 110–112

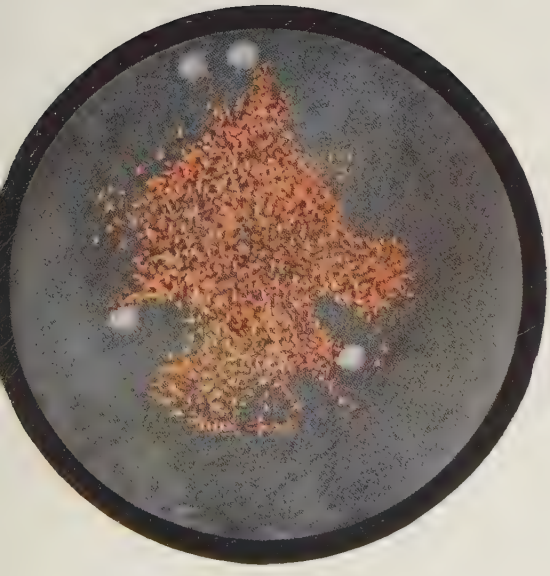
Tafel 33.

Bild 110. Angeborene Embryonalnaht- und vordere Polkatarakt. (20fach.)
101 71 Jährige. Die Linse zeigt eine Kombination angeborener, früh erworbener und seniler Starformen. Am vorderen Linsenpol eine geschichtete Katarakt, von der Kapsel bis zur Oberfläche des Alterskernes reichend. Es handelt sich um einen angeborenen, durch Hineindrängen normaler Linsenschichten ausgezogenen Polstar. Die angeborene Trübung der Embryonalnähte entspricht den Tafel 32, Bild 107—109 geschilderten Typen. Im direkten Lichtbüschel treten noch eine Menge punktförmiger Trübungen hervor. Sie liegen teils im Embryonalkern = angeborene Trübungen, teils in den peripheren Schichten des Alterskernes = früh erworbene Cataracta coronaria. Dazu kommen reichliche Cholesterinkristalle im Alterskern = senile Veränderungen. In der Peripherie nur andeutungsweise gezeichnete senile Rindentrübungen.

Bild 111 u. 112. Multiple angeborene vordere Kapselstare. Runde, ziemlich
101 dichte und etwas gegen die vordere Kammer prominente Kapseltrübungen, im wesentlichen in der intermediären Zone. In beiden Fällen besteht eine Kombination mit dichten, besonders in Fall 111 exsudatähnlichen Resten der Pupillarmembran. Die Sehschärfe beträgt in beiden Fällen nur 1/10.



110



111

112

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 34

Bild 113—115

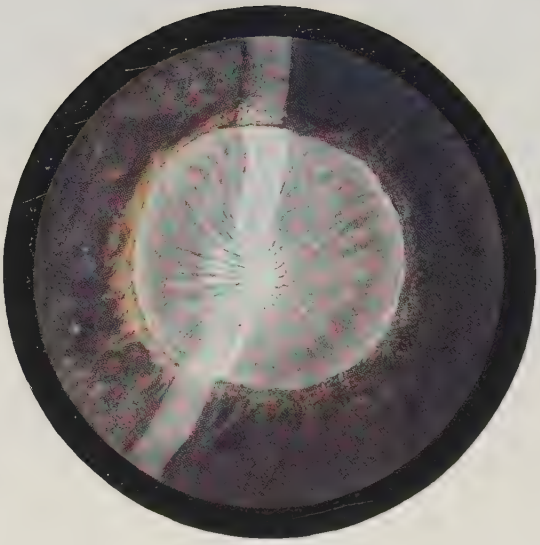
Tafel 34.

Bild 113. Vorderer angeborener Polstar. Auf der prominenten Spitze des
102 Stares und in seiner Umgebung zahlreiche Reste der Pupillarmembran. Durch Hineindrängen von Rindenschichten ist der Star zu einer langen Spindel ausgezogen, die bis in den Alterskern hineinreicht.

Bild 114. Vorderer Polstar. (30fach.) Der Verlauf des fokal eingestellten Licht-
102 büschels gibt die pyramidenförmige Prominenz des Stares gut wieder. Die Linsenkapsel zeigt zahlreiche Falten.

Bild 115. Wahrscheinlich erworbener vorderer Polstar. (20fach.)
102 Bei dem 21jährigen Patienten bestanden mehrere Hornhautmakulae. Im Zentrum der Hornhaut eine, ihre ganze Dicke durchsetzende, dichte Narbe. Die Annahme, daß hier in frühester Jugend eine Hornhautperforation bestanden hat, wird durch das Bestehen einer vorderen Synechie weiter gestützt. Am vorderen Pol eine Cataracta pyramidalis mit Abdrängung in die Tiefe. Außerdem exsudatähnliche Pigmentreste und mehrere teils flächenhafte, teils mehr lineäre oberflächliche Kapseltrübungen. Das Krankheitsbild wurde als früherworbene Cataracta polaris anterior gedeutet, entstanden durch Perforation eines Hornhautulkus. $S = {}^{1}/_{50}$.

113



114

115

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 35

Bild 116–119

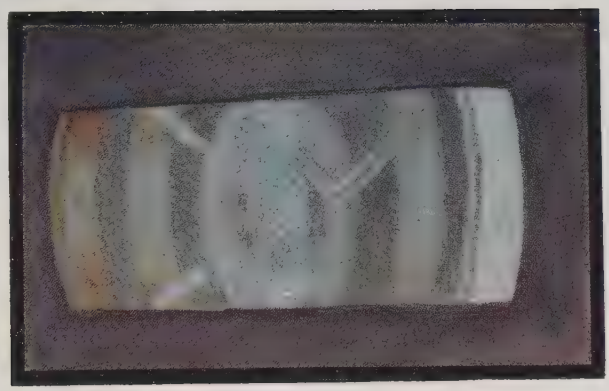
Tafel 35.

Bild 116. Cataracta centralis congenita. Die Katarakt liegt im Zentrum
103 des Embryonalkernes zwischen seinen Nähten. Sie setzt sich aus feinsten Pünktchen zusammen, die in den axialen Teilen dichter liegen als in den peripheren. Der sagittale Durchmesser ist im axialen Gebiet etwas größer. Form und Anordnung erlaubt diese Kataraktform der Zonularis zuzurechnen.

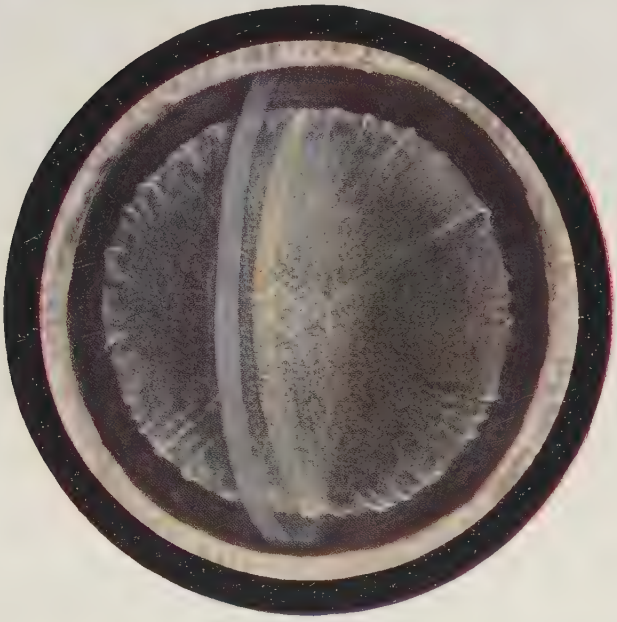
Bild 117. Cataracta zonularis, bis zur peripheren Embryonalkernoberfläche
103 reichend. Die zentralen Teile der Linse sind ebenfalls fein punktförmig getrübt, ebenso die Embryonalnähte.

Bild 118. Cataracta coronaria coerulea. (20fach.) 63Jähriger. Von der
105 Peripherie aus dringen radiär gestellte graubräunliche (im Druck etwas zu rot geraten) keulenförmige Trübungen axialwärts vor. Sie sind äquatorialwärts unscharf begrenzt, die axialgerichteten Enden rundlich verbreitert. In der äußersten Peripherie ein konzentrisch gelagertes lineäres Trübungssystem. Typisch sind weiter die kreisrunden blaugrünen Trübungen. Die Katarakt gehört dem Alterskern an.

Bild 119. Cataracta coronaria. (20fach.) 52Jähriger. Der sagittale Dicken-
105 durchmesser der Trübungen ist größer als im vorigen Fall. Infolgedessen verschwinden die blaugrünen Farben und machen einer weißgrauen bis weißgelblichen Platz. Die wesentlich dichteren Trübungen sind im Gegensatz zur Cataracta coerulea auch im durchfallenden Licht sichtbar.

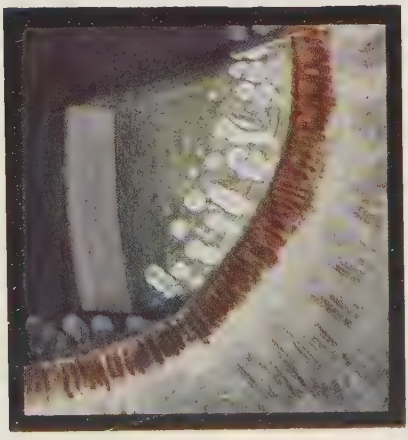


116



117

118



119

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 36

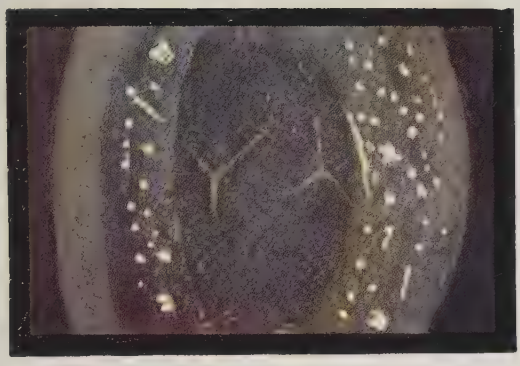
Bild 120—123

Tafel 36.

Bild 120. Cataracta zonularis und früherworbene Alterskern-
106 trübungen. (20fach.) 37Jähriger. Sehr zarte Cataracta zonularis mit punktförmiger Trübung der Embryonalnähte. Im Alterskern ziemlich dichte spiralige und grob punktförmige Trübungen. Vereinzelte Trübungen dieser Art, dann meist sehr zart ausgeprägt, findet man in vielen normalen Linsen. Stärkere Entwicklung als im abgebildeten Falle ist nicht häufig. Es bestehen dann meistens andere Starformen gleichzeitig, namentlich Cataracta zonularis, Embryonalnahttrübungen und Cataracta coronaria.

Bild 121. Cataracta floriformis. (20fach.) 10Jähriger. Diese seltene Star-
104 form fand sich bei dem Kinde beiderseits. S = 5/7,5. Form und Farbe der Trübung gibt die Abbildung gut wieder. Sie lag in der Ebene der vorderen peripheren Embryonalkernzone. Im durchfallenden Licht waren die einzelnen ringförmigen Herde nur sehr schwach zu sehen.

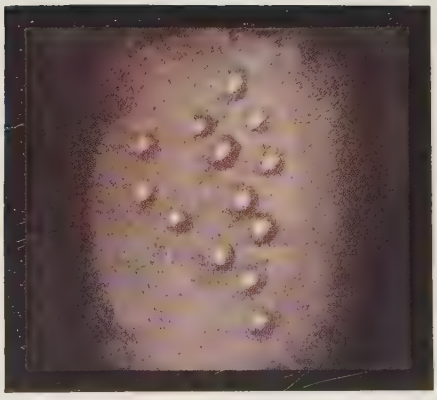
Bild 122 und 123. Senile Reliefbildung an der Alterskernoberfläche.
97, 107 46Jähriger. Die Alterskernnähte treten als erhabene Firsten scharf hervor. Die ganze Alterskernoberfläche ist mit multiplen rundlichen, vielgestaltigen Prominenzen bedeckt. Bild 123 zeigt mehrere solcher halbkugeliger Gebilde bei stärkerer (30facher) Vergrößerung.



120

121

122



123

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 37

Bild 124—126

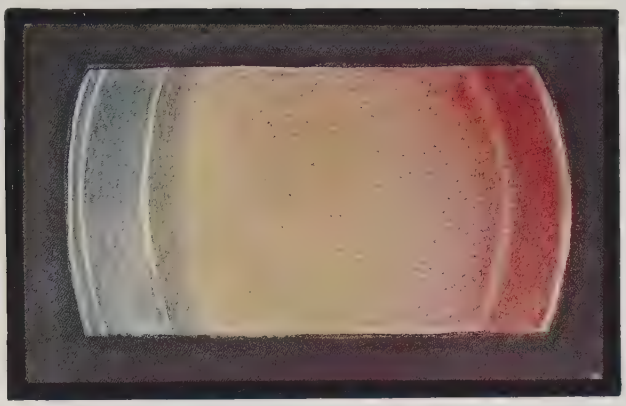
Tafel 37

Bild 124—126

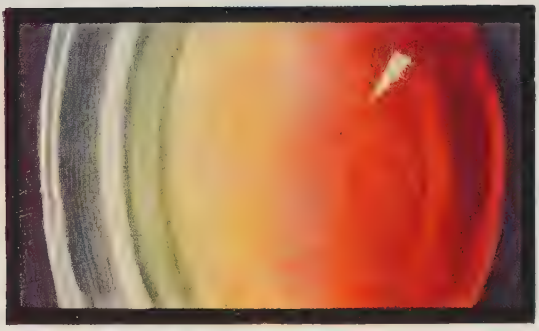
Tafel 37.

Bild 124 und 125. Cataracta nuclearis, mit verschieden starker, braunroter Färbung
108 des Kernes. Innerhalb der ganz gleichmäßigen Trübung sind die Diskontinuitätszonen und die embryonalen Nahtsysteme verschwunden. Die Trübung hat die Alterskernoberfläche nicht erreicht. Die Alterskernrückfläche schimmert noch eben sichtbar durch, als Beweis, daß sie noch außerhalb der Katarakt liegt.

Bild 126. Cataracta nigra. (20fach.) 62Jähriger. Das Lichtbüschel dringt durch
107, 109 die faserig und punktförmig getrübte Rinde und findet an der Oberfläche der dunkelbraunen Katarakt einen undurchdringlichen Widerstand.



124



125

126

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 38

Bild 127–130

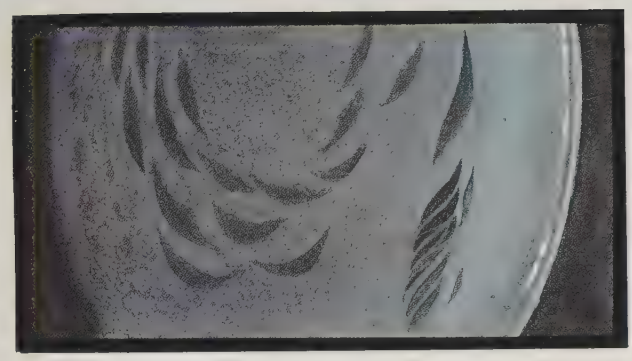
Tafel 38.

Bild 127 und 128. Wasserspalten in der jugendlichen Linse bei Cataracta
109 complicata. 21 Jähriger. Seit $^3/_4$ Jahren Iridozyklitis. Zwei Monate nach Beginn der Erkrankung trat eine Cataracta complicata am hinteren Linsenpol auf. Fünf Wochen später kam es innerhalb weniger Tage zu enormer Quellung der Linse. An der Spaltlampe fanden sich massenhafte große Wasserspalten. Abbildung 127 gibt ein Übersichtsbild (20fach) im schmalen Büschel. Die Anordnung entspricht der konzentrischen Linsenschichtung. Die Wasserspalten gehen bis in den Embryonalkern hinein. Nur sein zentraler Teil ist unverändert. Die Diskontinuitätszonen innerhalb der Linse sind verschwunden. Abbildung 128 zeigt mehrere Wasserspalten im Gebiet der Alterskernoberfläche im schmalen Büschel bei 30facher Vergrößerung. Der Inhalt ist optisch leer, auseinandergerissene Linsenfasern ziehen quer durch die Spalte.

Bild 129—135. Wasserspalten in der Rinde seniler Linsen.

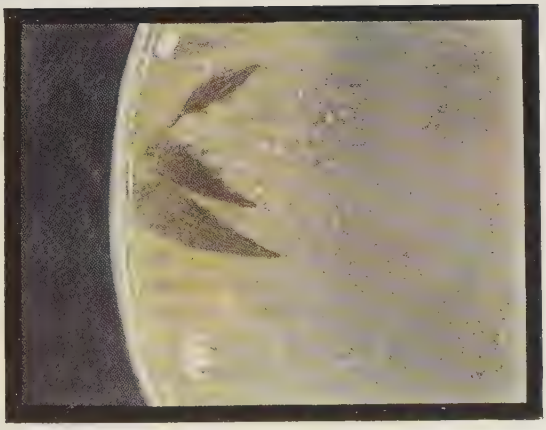
Bild 129. Optisch leere Wasserspalten, die gesamte Rindendicke
109 durchsetzend. Die Wände der Spalten sind ziemlich glatt, das angrenzende Linsengewebe kaum verändert.

Bild 130. Große optisch leere Wasserspalten, mit stark zerklüfteten Wänden.
109 In der Umgebung punktförmige Linsentrübungen.

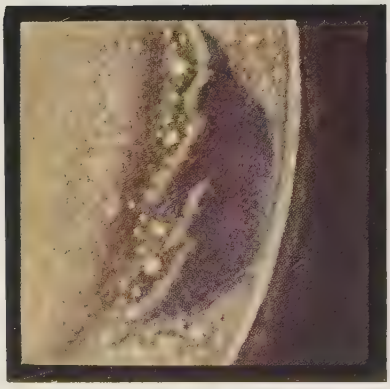


127

128



129



130

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 39

Bild 131—135

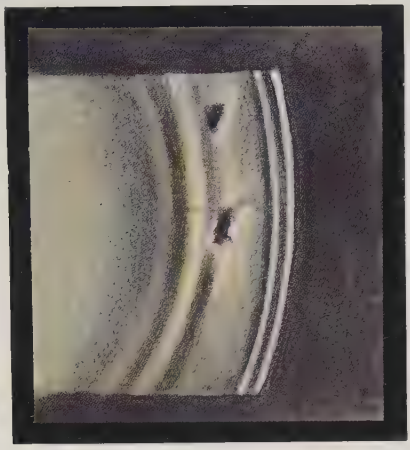
Tafel 39.

Bild 131. Kleine optisch leere Wasserspalten in den tieferen Rindenschichten. Die Wände der Spalten sind zerklüftet. Das angrenzende Linsengewebe zeigt starke diffuse innere Reflexion.

Bild 132 und 133. Wasserspalten im durchfallenden (132) und direkten (133) Licht. Im durchfallenden Licht sind große Wassertropfen zu erkennen, der übrige Teil der Spalte ist undurchsichtig geworden. Im schmalen Büschel erkennt man die Trübung des Spalteninhaltes. Große optisch leere rundliche Lücken entsprechen dem Durchschnitt der Wassertropfen.

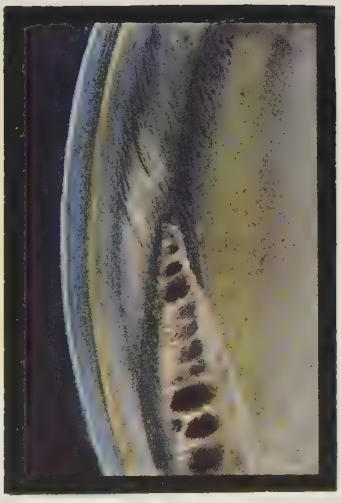
Bild 134. Das kombinierte, bei schmalem Büschel gezeichnete Bild stellt die weitere Ansammlung trüben Materials dar. Es füllt die Spalte noch nicht völlig aus. In den peripheren Teilen befindet sich noch optisch leere Flüssigkeit. Innerhalb der Trübungen mehrere Vakuolen.

Bild 135. Speichenförmige Trübung, aus einer Wasserspalte hervorgegangen. Die trüben Massen füllen die Spalten vollkommen aus. Die zirkulären dunklen Linien entsprechen ungetrübten Linsenfaserbündeln, die durch die Wasserspalte hindurchziehen. (S. 38, 177 und 178.) Im oberen Abschnitt mehrere Vakuolen.

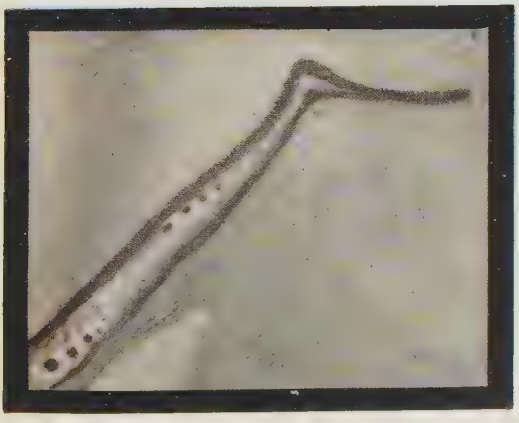


131

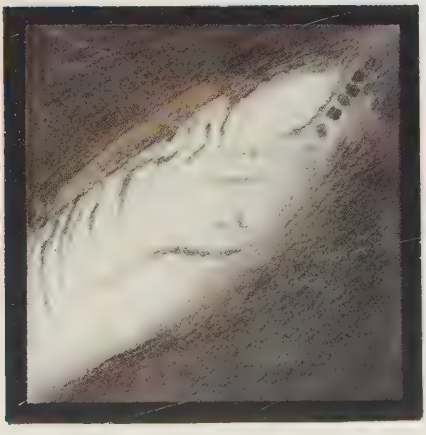
132



133



134



135

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 40

Bild 136—139

Tafel 40.

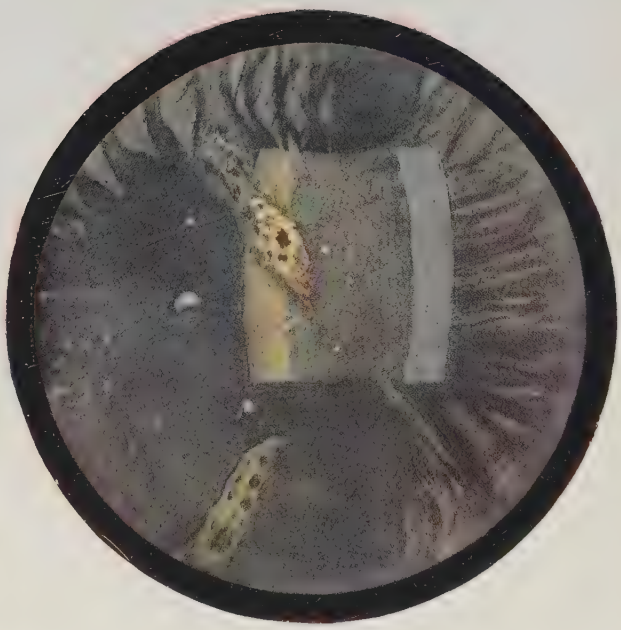
Bild 136. Speichenförmige Trübungen der Rinde, dem Aufbau nach dem
110 Bild 135 auf Tafel 39 entsprechend.

Bild 137. Übersichtsbild einer Linse mit speichenförmigen Trübungen
110 in der hinteren Rinde. Das fokal eingestellte Lichtbüschel läßt erkennen, daß die aus Wasserspalten hervorgegangenen Trübungen fast ausschließlich der hinteren Rinde angehören.

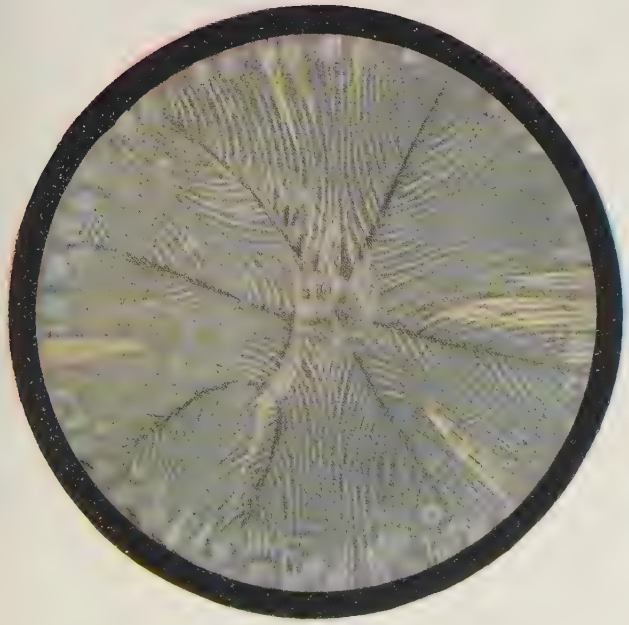
Bild 138. Speichentrübungen und diffuse Wasseraufnahme in die
97, 110 vordere Rinde (beginnende Cataracta intumescens). Durch das Klaffen der Rindennähte und das Auseinanderdrängen der Linsenfasern tritt der anatomische Bau der Rinde auf das schönste hervor.

Bild 139. Speichenförmige Trübungen in der vorderen Rinde. Die An-
110 ordnung der Trübungen entspricht der Form der Rindennähte. Die vorausgegangenen Wasserspalten sind durch Klaffen der Rindennähte entstanden.

136



137



138

139

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 41

Bild 140—144

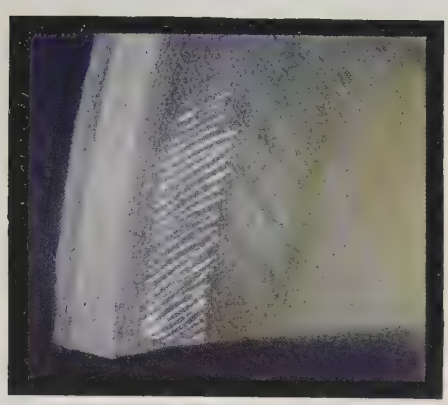
Tafel 41.

Bild 140 und 141. Lamelläre Zerklüftung der mittleren (141) und
111 tieferen (142) Rinde. Sie besteht aus einem System paralleler feiner weißlicher und dunkler Linien.

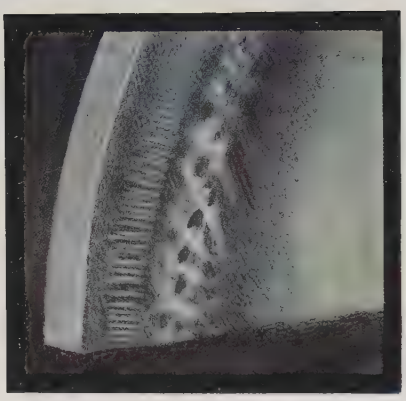
Bild 142. Lamelläre Zerklüftung der mittleren Rinde, grober Typ und
111 Wasserspalten mit trübem Inhalt in den tieferen Rindenschichten.

Bild 143. Einzelne subkapsuläre Vakuolen im durchfallenden Licht
111 (Cataracta nuclearis mit starker Braunfärbung). Vereinzelte subkapsuläre Vakuolen entdeckt man am leichtesten bei Einstellung des Lochbüschels. Besonders im Halbschatten (indirektes, durchfallendes Licht) sind sie deutlich zu sehen.

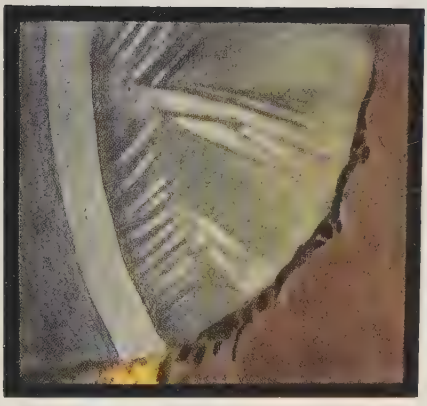
Bild 144. Subkapsuläre Vakuolenzone (Cataracta nuclearis). Schmales Büschel.
112 Im direkten Licht sind die Vakuolen kaum zu sehen. Sie werfen streifige Schlagschatten in die Linse hinein. Im durchfallenden Licht erkennt man die massenhaften Wasserbläschen, die in geschlossener Schicht unter der Kapsel liegen.



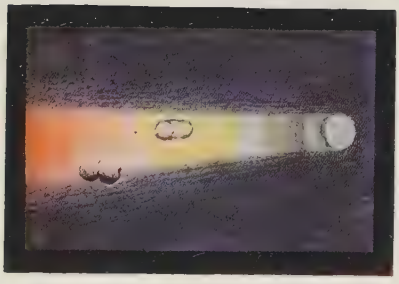
140



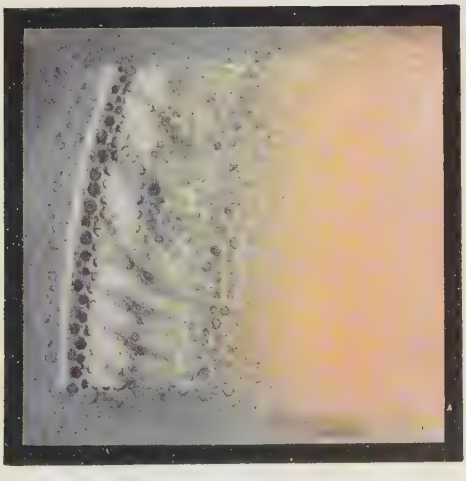
141



142



143



144

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 42

Bild 145—148

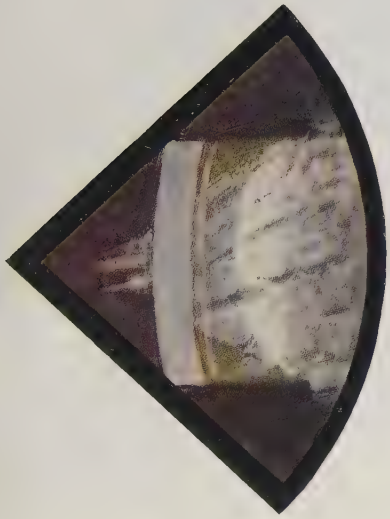
Tafel 42.

Bild 145. Cataracta cuneiformis. Dichte, kreideweise Trübungen dringen von der
112 Peripherie aus axialwärts in Keilform vor. Sie liegen in den mittleren und tieferen Rindenschichten.

Bild 146. Cataracta cuneiformis der tieferen Rindenschicht, in der
112 linken Hälfte des Bildes. Rechts mehrere Wasserspalten in der mittleren Rinde.

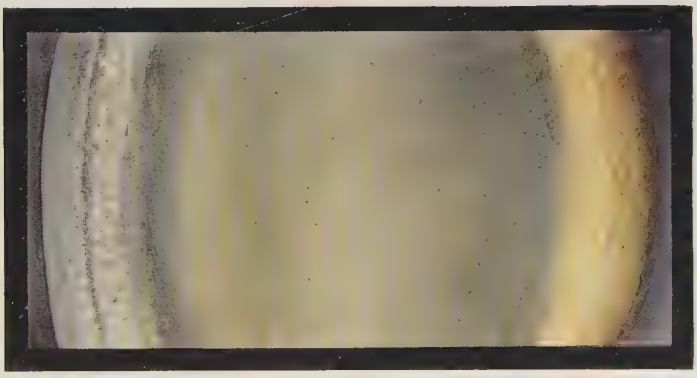
Bild 147. Senile punkt- und staubförmige Trübungen der vorderen und
112 der hinteren Rinde (20fach). Lichteinfall von links. Man erkennt im direkt eingestellten Büschel, daß der feine staubförmige Zerfall namentlich die tiefere Rinde betrifft. Vereinzelte rot und grün schillernde Cholesterinkristalle sind in der vorderen Rinde sichtbar.

Bild 148. Punktförmiger Zerfall der vorderen Rinde. Auch hier gehört die
112 Veränderung der tiefen Rinde an. Die einzelnen Herde sind nicht staubförmig, sondern ziemlich grob. Die Sehschärfe war nicht herabgesetzt.

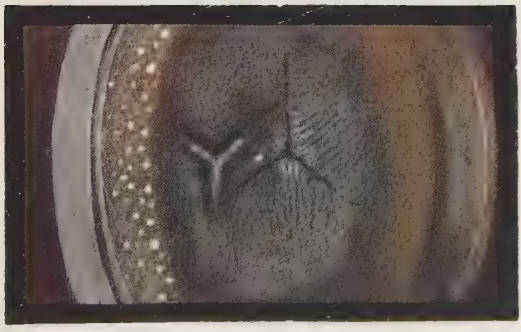


145

146



147



148

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

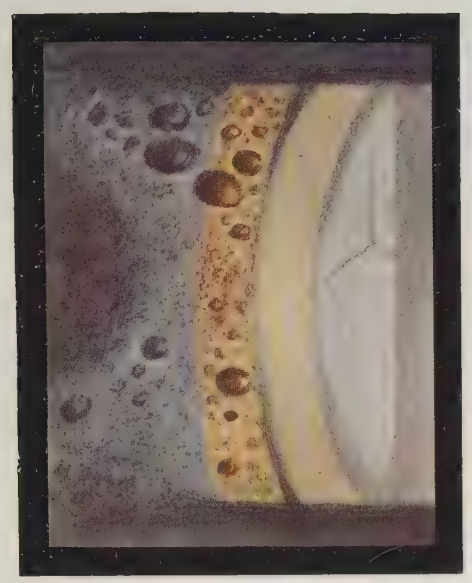
Tafel 43

Bild 149—152

Bild 149. Hintere schalenförmige Cataracta senilis. Sie besteht aus einer
112 konzentrisch vor der Kapsel liegenden flächenhaften Trübung. Die Farbe hängt von der Kernfärbung ab. Die Grenze gegen die normale Rinde ist scharf. Massenhafte große subkapsuläre Vakuolen geben ihr ein siebartiges Aussehen.

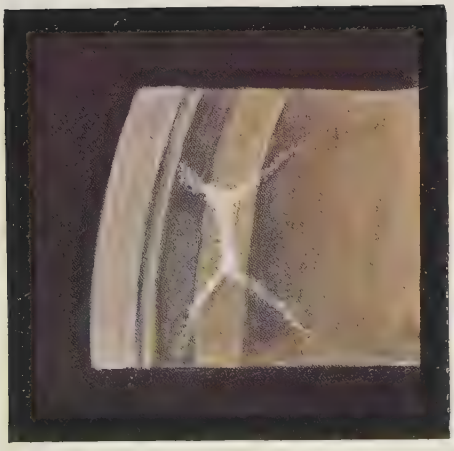
Bild 150. Cataracta complicata am hinteren Linsenpol bei hochgradiger
112 Myopie. Das Bild ist hier zur Demonstration des Unterschiedes von der hinteren schalenförmigen, rein senilen Starform eingeschaltet. Die beiden Bilder haben manche Ähnlichkeit. Der Hauptunterschied liegt in der unscharfen Begrenzung der Complicata gegen die normale Rinde. Das ganze Bild erhält dadurch etwas Verschwommenes (siehe auch Tafel 54, Bild 182). Außerdem kommt die Malignität in dem axialen Fortschreiten zum Ausdruck. Die Cataracta complicata beginnt am hinteren Linsenpol. Ein zirkumskripter Trübungsherd schreitet von hier bald nach vorne weiter fort, gelegentlich greift er unter Überspringen von Rindenpartien auf die Alterskernoberfläche über. (Siehe Tafel 54, Bild 181.)

Bild 151 und 152. Senile vordere Rindennahtpunktierung. Die Starform ist
113 nicht häufig. Sie kann die axialen Teile (Bild 151) oder auch die peripheren Äste betreffen (Bild 152). Die Trübungen sind sehr zart und daher im durchfallenden Licht kaum zu sehen. Eine nennenswerte Sehstörung ruft auch die axiale Nahtpunktierung nicht hervor.



149

150



151

152

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 44

Bild 153—155

Tafel 44.

Bild 153. Cholesterinkristalle in der vorderen Rinde bei Cataracta senilis. In
113 der tieferen Rinde mehrere Wasserspalten.

Bild 154. Cholesterinkristalle in der hinteren Rinde. (20fach.) Die
113 62jährige Patientin litt an einfacher seniler Katarakt mit mehreren Rindenwasserspalten. In der hinteren Rinde fanden sich mehrere glitzernde, in leb haften Farben schillernde Herde. Ein besonders großer Herd geht vom hinteren Linsenpol nach nasal unten. Seine Anordnung entsprechend einer Rindennaht ist offensichtlich. Es ist daher ziemlich wahrscheinlich, daß die Cholesterinkristalle in einer Wasserspalte abgelagert sind.

Bild 155. Cataracta hypermatura. Die Linse ist geschrumpft und hat zu einer
113 massenhaften Fältelung der vorderen Linsenkapsel geführt. Die Kapselfalten haben ebenso wie Descemetfalten ihre doppelten Reflexlinien.

153

154

155

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

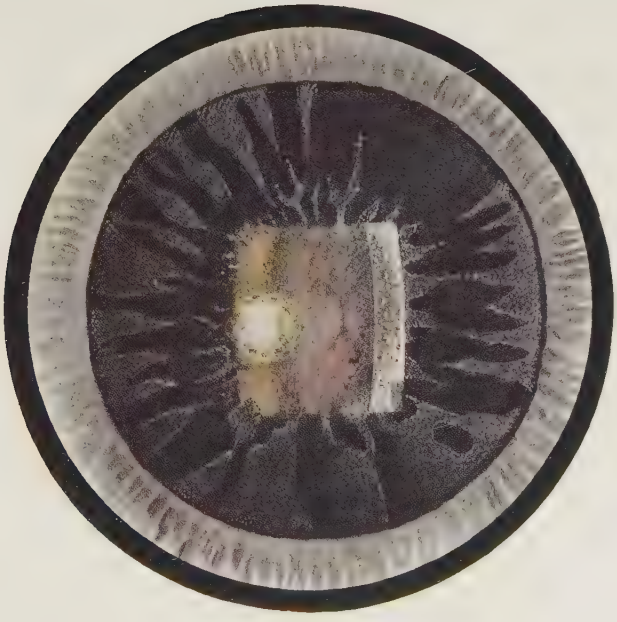
Tafel 45

Bild 156—157

Tafel 45.

Bild 156 und 157. Abspaltung der vorderen Kapsellamelle. 81 Jährige. Die
91, 113 Veränderung ist beiderseits gleichmäßig entwickelt. Am Fundus arteriosklerotische Degeneration der Chorioidea und Makulablutungen, kein Glaukom. Am Pupillarsaum schimmelpilzähnliche, graublaue Auflagerungen. Im Pupillargebiet (die Pupille ist künstlich erweitert) eine, der Kapsel aufliegende feine körnige Trübung. Bei genauer Untersuchung erkennt man, daß es sich um ein feines Häutchen handelt. Die Deutung dieses seltenen Befundes verdanken wir Vogt. Er nimmt an, daß dem Pupillarsaumpilz und der Trübung auf der vorderen Linsenkapsel die gleiche Ursache zugrunde liegt, insofern, als es sich um eine degenerative Veränderung der oberflächlichen Linsenkapsel, der Kapsellamelle handelt. Durch das Pupillenspiel werden losgelöste Bestandteile zunächst in das Pupillargebiet hineingeschoben und als Flocken am Pupillarsaum angeheftet. In späteren Stadien kommt es zu einer Häutchenbildung und zwar einmal in den axialen Teilen, dann auch in den intermediären Teilen der Linsenvorderfläche. Bild 157 stellt ein solches Stadium bei einem 73 Jährigen dar. Die körnige Beschaffenheit der Häutchen ist unverkennbar. Die Ränder sind teilweise etwas abgehoben und umgekrempelt. Die eigenartige radiäre Anordnung wird von Vogt mit der Struktur der Irishinterfläche in Zusammenhang gebracht.

156



157

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 46

Bild 158—160

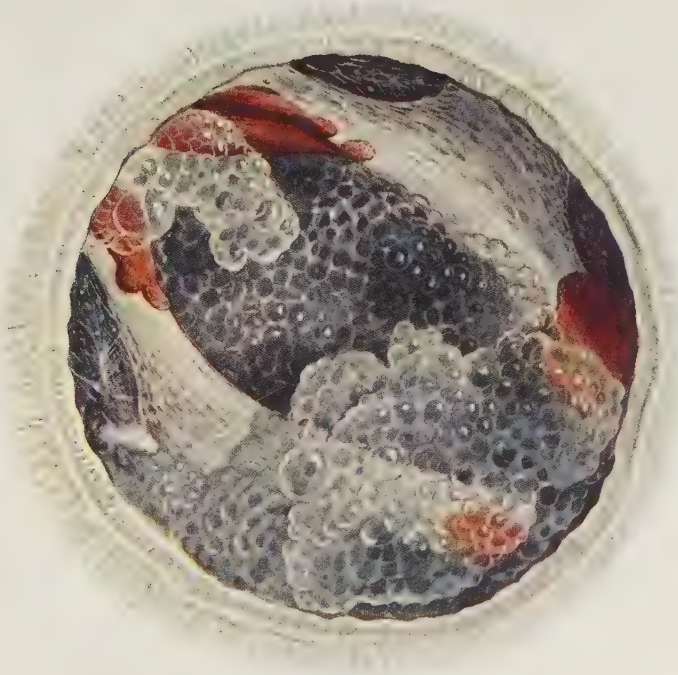
Tafel 46.

Bild 158 und 159. Cataracta secundaria. Aus den sehr vielgestaltigen Bildern des
115 Nachstares sind nur einige Typen ausgewählt. Bild 158 stellt einen diszidierten Nachstar dar, der in der Hauptsache aus verdickten und getrübten Resten der Kapsel besteht. Bild 159 einen peripheren Pigmentnachstar, entstanden durch Wucherung des Pigmentepithels. Erreicht eine solche Nachstarplatte die Pupillenmitte, so ist das betreffende Auge für das Sehen so gut wie immer verloren. Nach operativer Entfernung tritt sehr bald ein erneuter Verschluß der Lücke ein. Die Reste der hinteren Kapsel sind ebenfalls mit Pigmentzellen bedeckt. In der freien Lücke liegt der Glaskörper, der als Folge einer Nachstaroperation in die vordere Kammer vorgefallen ist.

Bild 160. Regeneratorischer Nachstar. 9 Jährige, vor 3 Jahren Operation
115 einer Cataracta zonularis beiderseits. Der Nachstar fand sich auf beiden Augen. Massen kleiner, durchsichtiger Kugeln quellen froschlaichartig aus dem Kapselsack in die vordere Kammer hinein. Auch nach Operation seniler Katarakte sind ähnliche Bilder an der Spaltlampe nicht selten. Allerdings bleibt hier die Regeneration auf einzelne periphere Abschnitte des Kapselsackes beschränkt.

158

159



160

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 47

Bild 161—163

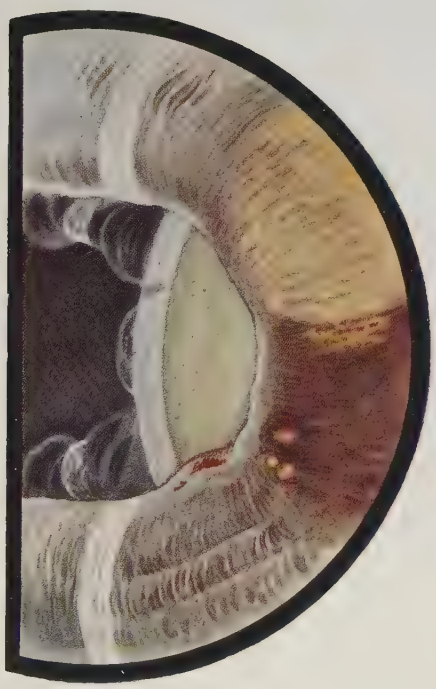
Tafel 47.

Bild 161—168. Lageveränderungen der Linse.

Bild 161. Traumatische Subluxation der Linse nach Contusio bulbi, vor
116 3 Jahren. 43 Jährige. Am Pupillarsaum eine Glaskörperhernie in die vordere Kammer. Im durchfallenden Licht erkennt man die Atrophie des retinalen Pigmentblattes.

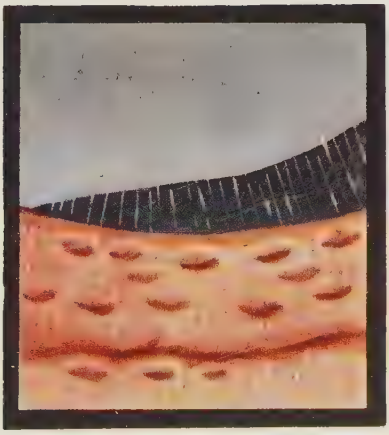
Bild 162. Angeborene Linsenektopie mit Iriskolobom. 39 Jähriger. S = O, in-
117 folge gleichzeitiger Ablatio. Linse nach oben und hinten verlagert. Getrübte, stark gedehnte und mit Pigmentklumpen besetzte Zonulafasern sind mit ihren Verzweigungen bis zum Ansatz an der getrübten Linse zu verfolgen. Der Glaskörper ist normal.

Bild 163. Traumatische Subluxation der Linse nach oben innen. Das Bild
117 wurde $^1/_2$ Jahr nach der Verletzung gezeichnet. Der Linsenrand ist glatt. An den nur schwach hervortretenden Zonulafasern sieht man streckenweise Verdickungen und Trübungen. Im weiteren Verlauf nahm die Trübung zu, gleichzeitig trat eine Dehnung der Zonulafasern auf, Zunahme des traumatischen Linsenkolobomes und Zerreißung einzelner Fasern.



161

162



163

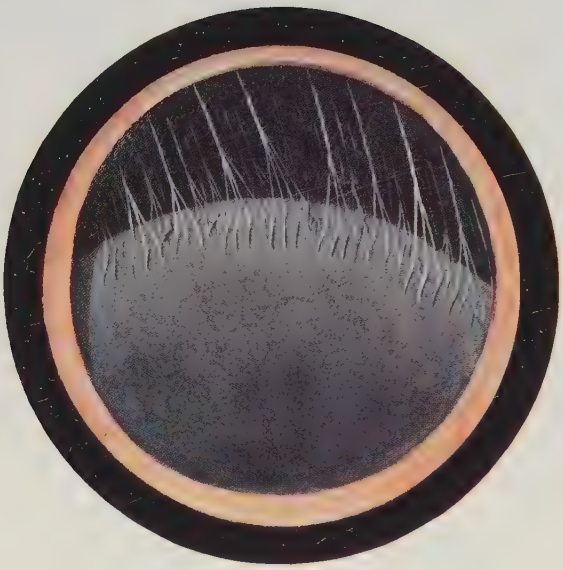
Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 48

Bild 164—165

Tafel 48.

Bild 164 und 165. Spontane Subluxation der Linse beider Augen, infolge
117 starker Sklerose der Iris- und wahrscheinlich auch der Ziliarkörpergefäße. Die getrübten Zonulafasern sind enorm gedehnt. Ein Rasen abgerissener Fasernenden bedeckt den Linsenäquator des linken Auges (Bild 165). Der Glaskörper ist wenig destruiert, enthält aber reichliche Einlagerungen von Pigmentepithelien.



164

165

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 49

Bild 166—168

Tafel 49.

Bild 166. Traumatische Iridodialyse. 14 Jähriger. In der Iris multiple intra-
116 stromale Blutungen. In der Mitte erscheinen, die normalen Ziliarkörperfort-sätze und Zonulafasern. Letztere treten nur infolge ihrer starken Lichtbrechung hervor.

Bild 167. Traumatische Subluxation der Linse und Ablösung der
117 Zonulalamelle. 29 Jähriger. Die abgelöste Zonulalamelle ist am oberen Pupillarsaum sichtbar. An der Linse keine Spur von Zonularesten. Die Linsenfirsten treten deutlich hervor. An der Linse selbst war $^1/_2$ Jahr nach der Verletzung keine traumatische Katarakt oder Quellung zu sehen. Sie trübte sich nach 1 Jahr allmählich unter dem Bilde der Cataracta complicata.

Bild 168. Traumatische Ablösung der Zonulalamelle. 38 Jähriger.
117 Contusio bulbi vor 6 Jahren. Auch hier an der Linse starkes Hervortreten der äquatorialen Linsenfirsten, keine Spur von Zonulafasern. An der temporalen (gezeichneten) Seite eine kleine Glaskörperhernie in die vordere Kammer. In der Linse außer einer (übrigens beiderseits entwickelten) Cataracta coronaria keinerlei Veränderungen.

166

167

168

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

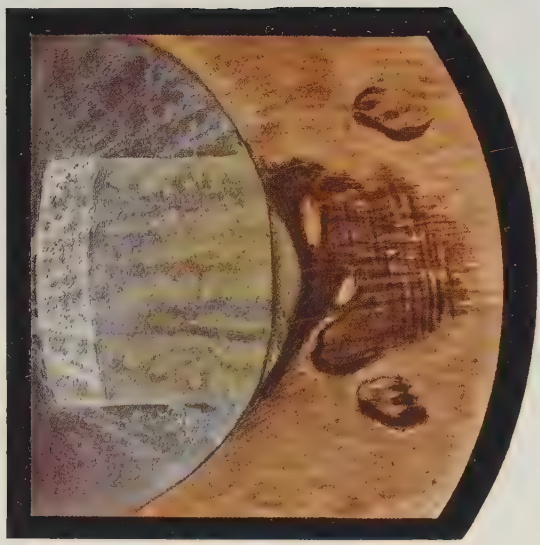
Tafel 50

Bild 169—171

Tafel 50.

Bild 169. Traumatische sektorenförmige subkapsuläre Katarakt.
118 28 Jähriger. Contusio bulbi vor 3 Jahren. S = 5/10. Die sehr zarten subkapsulären Trübungen finden sich nur in einem temporalen Sektor der Linse. Im durchfallenden Licht kaum zu erkennen, wird ihre Zusammensetzung aus feinen faserigen Trübungen bei direkter Beleuchtung deutlich. Der vordere Linsenchagrin ist bis auf geringes Farbenschillern nicht verändert. Im Verlauf von 1 1/2 Jahren konnte keine nennenswerte Zunahme der Trübungen festgestellt werden. Im temporalen Teile finden sich auch in der Iris die Folgen der Verletzung. Sie bestehen in partieller Atrophie des Pigmentepitheles.

Bild 170 und 171. Traumatische hintere rosettenförmige Katarakt. 39 Jähriger.
119 Eisensplitterverletzung vor 8 Tagen. Der Splitter war temporal durch die Sklera gedrungen und nach Äquatorialschnitt entfernt worden. Bild 170 zeigt die Rosettenkatarakt im durchfallenden Licht des Augenspiegels. Der Aufbau, entsprechend den Nähten, und die feine Fiederung tritt gut hervor. Bild 171 stellt die axialen Teile der Katarakt bei direkter Spaltlampenbeleuchtung dar. Die anatomische Struktur der Rinde kommt deutlich zum Ausdruck. Zur Bildung subkapsulärer Vakuolen kommt es nicht. 1/2 Jahr später sah Patient, dessen Sehschärfe während des Höhestadiums der Kataraktentwicklung auf 1/20 gesunken war, 5/10. Die Katarakt war an der Spaltlampe nur noch in Spuren sichtbar. Bei Durchleuchtung mit dem Augenspiegel war die Linse klar.



169

170

171

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

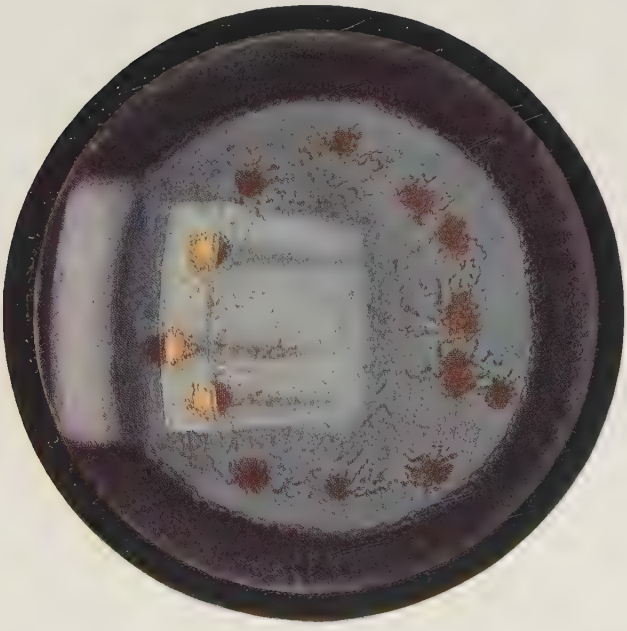
Tafel 51

Bild 172—173

Bild 172. Direkte Verletzung der Linse durch Eisensplitter. 28 Jährige.
119 Der Splitter war etwas temporal vom Zentrum durch die Hornhaut und quer durch die Linse gedrungen. Er wurde nach Äquatorialschnitt mit dem Magneten entfernt. Das fokale Lichtbüschel trifft den temporalen Rand der vorderen Kapselwunde. Sie erstreckt sich bis zum vorderen Linsenpol. Unter der Kapsel eine strahlige Trübung, durch Wasseraufnahme zwischen die Rindenfasern entstanden. Ein gewundener Kanal zeigt den Weg, den der Fremdkörper durch die Linse genommen hat. Bemerkenswert ist, daß solche Kanäle, wie das auch in mehreren anderen Fällen festgestellt werden konnte, niemals gradlinig sind. In der hinteren Rinde starke Wasseraufnahme, in Form großer subkapsulärer Vakuolen (siehe den Unterschied gegenüber der traumatischen, hinteren, rosettenförmigen Katarakt 26, 6).

Bild 173. Siderose der Linse. 29 Jährige. Eisensplitterverletzung vor 6 Monaten.
119 Die Rostablagerung erfolgt in der Linse vor allem in den Epithelien. Es entstehen so massenhafte, subkapsuläre, gelbbraune, vielgestaltige Herdchen. Bei stärkerer Siderose kommt es zu größeren, rundlichen, braunen Flecken in der intermediären Zone. Sie entstehen durch Wuchern von rostbeladenen Epithelien. Alle diese Veränderungen liegen zwischen Kapsel und Abspaltungszone. Die letzte wird durch größere Epithelhaufen nach hinten abgedrängt.

172



173

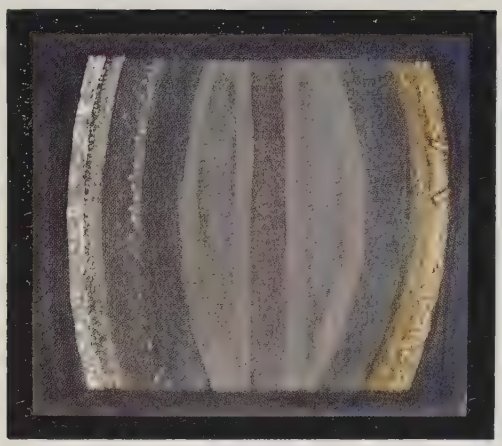
Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 52

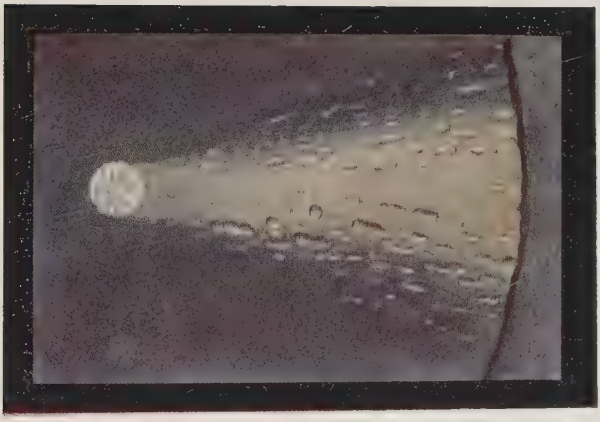
Bild 174—176

Tafel 52.

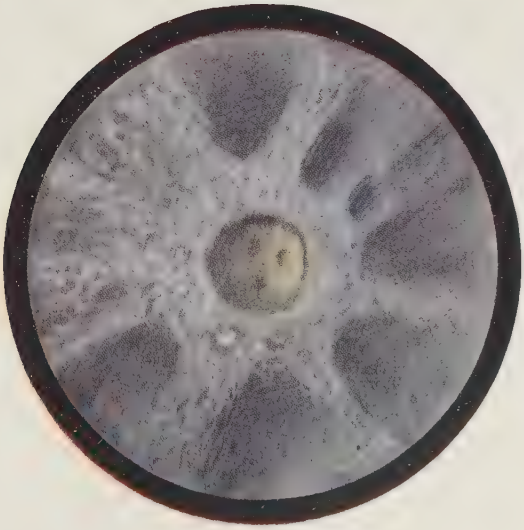
Bild 174—176. Cataracta electrica. 44 Jähriger. 9 Monate nach Verletzung der linken
172 Kopfseite und Schulter mit Starkstrom (15000 Volt) gezeichnet. Am weniger erkrankten rechten Auge ($S = 1/5$) bestanden im direkten Lichte (Bild 174) punkt- und faserig erscheinende Trübungen direkt unter der Kapsel und geringer staubförmiger Zerfall der tieferen Rinde. In der hinteren Rinde waren die gleichen Veränderungen besonders stark entwickelt. Einzelne Cholesterinkristalle fanden sich in vorderer wie hinterer Rinde. Im durchfallenden Licht verschwanden die Trübungen der vorderen Rinde, dafür traten zahlreiche konfluierte, subkapsuläre Vakuolen hervor (Bild 175). Am linken, stärker betroffenen Auge ($S = 1/20$) fand sich ein bisher nicht als Cataracta electrica beschriebener, subkapsulärer Star in Sonnenblumenform (Bild 176). Von einem kreisrunden, freien Zentrum gingen strahlig angeordnete Trübungen zur Peripherie der Linsen. Auch hier im durchfallenden Licht reichliche subkapsuläre Vakuolen. Soweit durch die axiale Lücke zu erkennen, waren an diesem Auge die Veränderungen der hinteren Rinde ebenfalls stärker als die der vorderen. Die Iris war beiderseits normal, ebenso das Kammerwasser und die Hornhauthinterfläche.



174



175



176

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 53

Bild 177—180

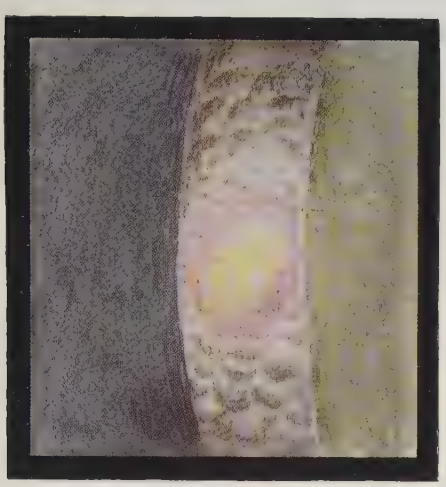
Tafel 53.

Bild 177. Geringe Vermehrung des Farbenschillerns des vorderen Linsenchagrins bei Cataracta complicata. Es handelte sich um eine 42 Jährige
122 mit beiderseitigem Keratokonus. Am rechten gezeichneten Auge bestanden außerdem eine chronische Iridozyklitis mit beginnender Katarakt. S = Handbewegungen. Links — 5,0 dptr S = $^5/_{15}$.

Bild 178. Farbenschillern des vorderen Linsenchagrins und der Alterskernoberfläche bei Cataracta senilis. Solche leichte Grade des Farben-
122 schillerns in roten und grünen Farbtönen sind bei seniler Katarakt, namentlich in fortgeschrittenen Stadien recht häufig.

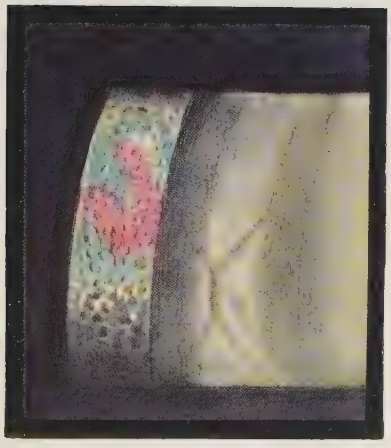
Bild 179. Starkes Farbenschillern des vorderen Linsenchagrins bei Cata-
122 racta complicata. Farbenschillern in solchem Grade kommt bei einfacher Cataracta senilis nicht vor, vielmehr nur als Frühsymptom bei der Cataracta traumatica und complicata. Im abgebildeten Falle bestand eine hochgradige Myopie mit Ablatio retinae.

Bild 180. Farbenschillern des hinteren Linsenchagrins. 24 Jähriger. Con-
122 tusio Bulbi vor 4 Wochen. Das Farbenschillern zeigt hier den Beginn einer Cataracta traumatica an. Es findet sich vor allem bei traumatischen Staren ohne Kapselperforation oder nach Verschluß der Kapselwunde. Als weitere Folge der Kontusion Pigmentzellen im Glaskörper.



177

178



179

180

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 54

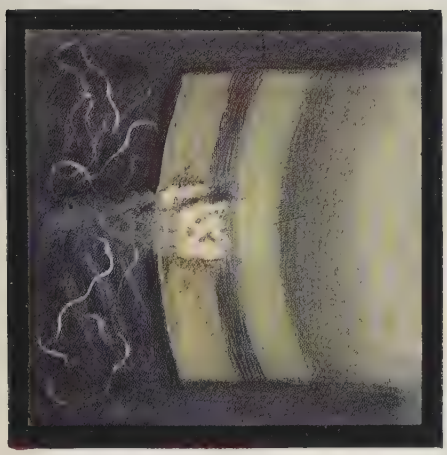
Bild 181—183

Tafel 54.

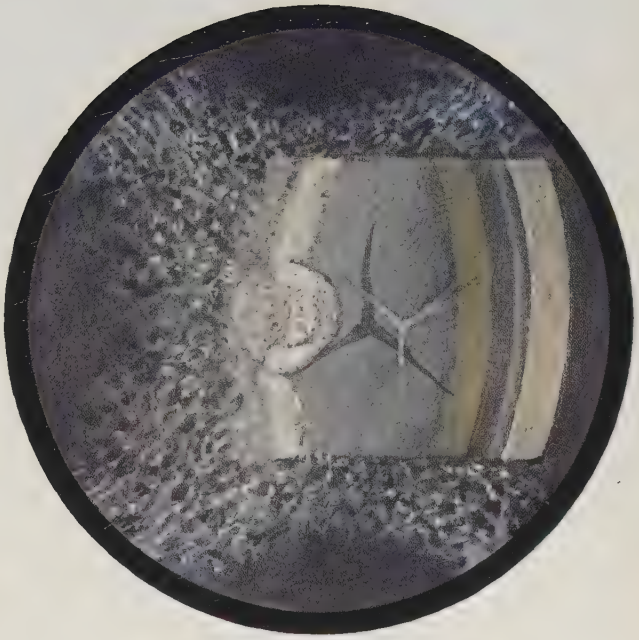
Bild 181. Beginnende Cataracta complicata am hinteren Linsenpol.
122 42Jähriger, mit Ablatio retinae bei hoher Myopie. Das Bild zeigt den typischen Beginn der Cataracta complicata am hinteren Linsenpol in Gestalt einer rundlichen, nach vorne prominenten Trübung. Nach links ist sie flächenhaft in die Rinde hineingewachsen. Für Cataracta complicata spricht außer der leicht verschwommenen Grenze gegen die normale Rinde das axialwärts gerichtete Fortschreiten. Die Trübungen greifen unter Überspringen der tieferen Rinde auf die Alterskernoberfläche über. Es entsteht hier ein Abbild der subkapsulären Trübung, eine sogen. Abklatschkatarakt.

Bild 182. Cataracta complicata bei chronischer Iridozyklitis. Wie unter 181
122 Beginn am hinteren Pol mit axialem Fortschreiten. Von hier aus dringt eine spongiöse, vakuolenreiche Trübung strahlig in die Nähte und Fasern der Rinde hinein. Die Grenze gegen die normale Rinde ist verschwommen. Die Trübung besteht aus krümeligen, zerfallenen Linsenmassen.

Bild 183. Abklatschkatarakt bei chronischer Iridozyklitis. 32Jährige. Im Kindesalter traten auf dem Auge wiederholte Anfälle einer schleichenden Iridozyklitis auf. Im 30. Lebensjahre erneute Reizung. Als die Abbildung angefertigt wurde, bestanden scheibenförmige Beschläge und Zellen im Kammerwasser. Die Linsentrübung besteht aus zwei Schichten. Oberhalb des vorderen Poles eine landkartenförmige, subkapsuläre Trübung mit breiteren und feineren Ausläufern. In den Randpartien 4 kreisförmige Trübungsherde, z. T. spindelförmig ausgezogen, an Kapselstare erinnernd. Auf der Alterskernoberfläche findet sich ein genauer, etwas vergrößerter Abklatsch der subkapsulären Trübung. Die Alterskernoberfläche ist in dem betreffenden Sektor eigenartig wellig konfiguriert. Die Entstehung der Katarakt ist nicht völlig geklärt. Wahrscheinlich ist es in frühester Jugend, wenn nicht intrauterin, durch eine Iridozyklitis zu einer oberflächlichen Linsenschädigung gekommen. Die weitere Verlagerung in die tieferen Linsenschichten wäre dann als Folge des Linsenwachstums anzusehen.



181



182

183

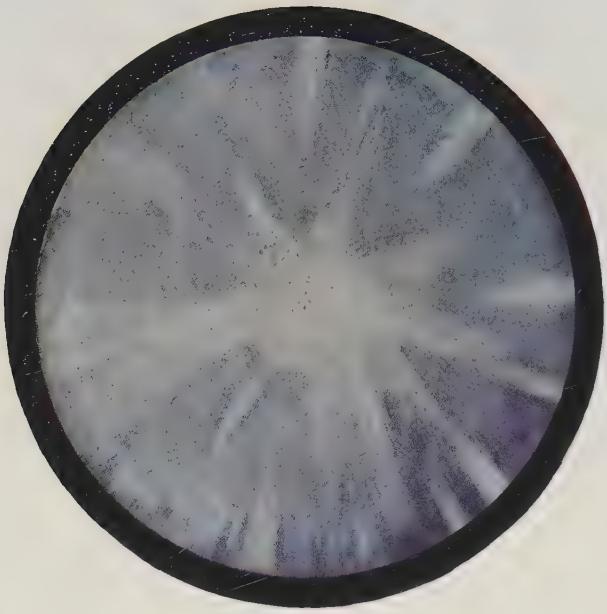
Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 55

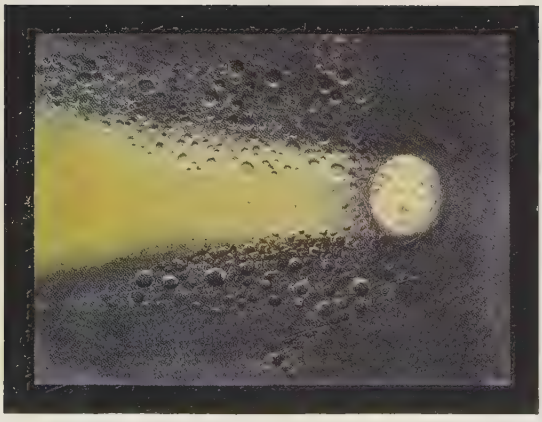
Bild 184—185

Tafel 55.

Bild 184 und 185. Cataracta diabetica bei einer 36jährigen Patientin. Zuckergehalt
123 im Urin 4%, Azeton in Spuren. Die beiderseitige Katarakt hat sich im Verlauf des letzten halben Jahres entwickelt. Die Bilder sind nach dem linken Auge gezeichnet. Das Übersichtsbild (184) zeigt die strahlige, feine, flockige Form der direkt subkapsulär gelegenen Trübung. Ganz entsprechende Veränderungen waren auch in der hinteren, oberflächlichen Rinde nachweisbar. Die Besonderheit der Linsenveränderung wurde auch im durchfallenden Licht (Lochbüschel) deutlich. Bei starker Vergrößerung (60fach!) löste sich die subkapsuläre Trübungsschicht in massenhafte, verschieden große Vakuolen auf. Ein Vergleich mit den Abbildungen Schnyders läßt den Schluß zu, daß es sich in diesem Falle um die Frühform einer echten Cataracta diabetica handelt.



184



185

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 56

Bild 186—189

Der Glaskörper.

Tafel 56.

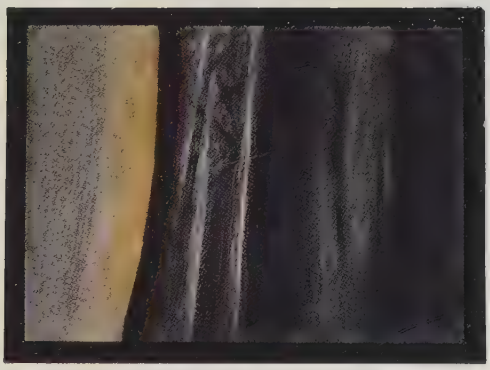
Die Bilder vom normalen und pathologischen Glaskörper sind mit Rücksicht auf die geringe Verbreitung der Bogenspaltlampe an der übervolteten Nitralampe gezeichnet. Die sehr zarten Farben und Helligkeitsunterschiede sind im Dreifarbendruck nicht bis in die letzten Feinheiten wiederzugeben. Mehrere Bilder leiden daher unter einer nicht zu vermeidenden Härte.

Bild 186—189. Normaler Glaskörper.

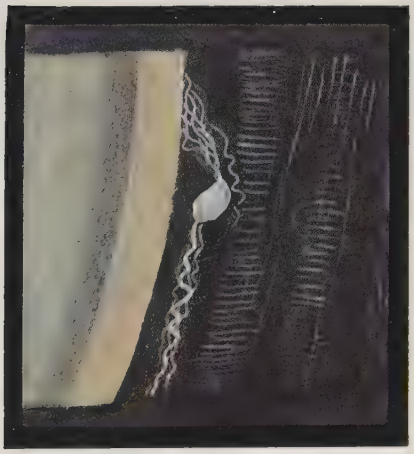
126—128 Das Lichtbüschel ist auf die hintere Linsenkapsel fokal eingestellt. Hinter der Linse folgt zunächst ein an der Nitraspaltlampe optisch leer erscheinender Raum, dessen Identität mit dem anatomischen Bergerschen Raum ziemlich unwahrscheinlich ist.

Die eigenartige, faltige Beschaffenheit der Oberfläche der vorderen Grenzschicht, der Membrana hyaloidea, zeigt besonders gut Bild 188 und 189, weniger deutlich Bild 186.

Die Struktur des Glaskörpers ist sehr wechselvoll. In 186 und 187 bestehen in der Hauptsache lichtschwache, vertikal verlaufende, bandartige Gebilde. In 188 überwiegt eine schräg horizontale Richtung, in 187 mehr wolkige Formen. In 187 der typische physiologische Rest der Arteria hyaloidea, mit schönem Hyaloideakörperchen.



186



187

188

189

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 57

Bild 190—193

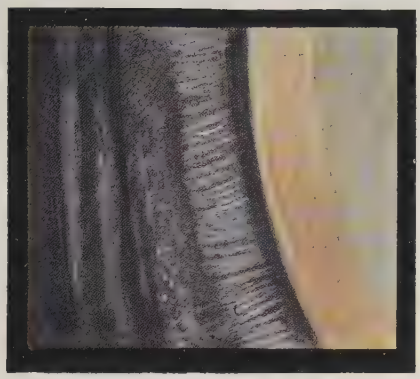
Tafel 57.

Bild 190. Normaler Glaskörper eines 13jährigen Kindes. Die vordere Grenz-
126 schicht ist fein horizontal gestreift. Strukturen sind nur sehr schwach ausgeprägt. In den vorderen Schichten fallen sehr kleine, zarte Pünktchen auf. Sie gehören bei Kindern zum physiologischen Befund und finden ihre Analogie in den Zellen im Kammerwasser und der physiologischen Tröpfchenlinie bei Kindern.

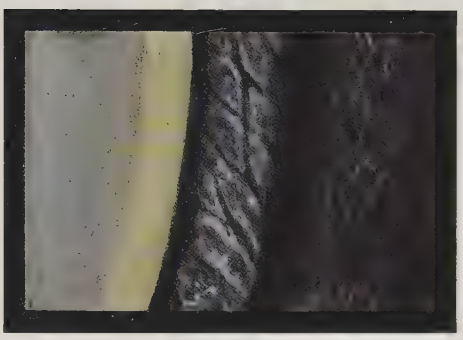
Bild 191. Normaler Glaskörper. 9 Jähriger. Retrolentaler Raum und vordere Grenz-
126 schicht sind deutlich ausgesprochen. In dem fast homogenen Glaskörper sind nur ganz feinfaserige (im Druck zu deutlich gewordene) Strukturen zu erkennen.

Bild 192. Geringe Degeneration des Glaskörpers und Zelleinlagerungen.
132, 130 28 jähriger, mit beiderseitiger familiärer Makuladegeneration S = $^5/_{25}$. Im Glaskörper sind scharfbegrenzte feine Fasern aufgetreten (siehe den Unterschied besonders gegen Bild 191). Sie tragen zahlreiche, etwa unter rechtem Winkel ansetzende kurze Querfasern. Zahlreiche feine weiße und vereinzelte bräunliche Pünktchen sind an den Fasern fixiert.

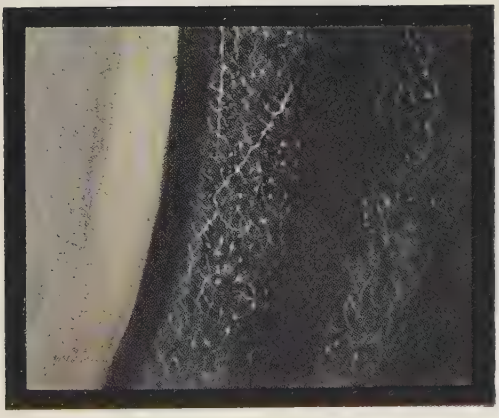
Bild 193. Punktförmige Einlagerungen in die vorderen Glaskörper-
132 schichten. 7 Jährige. Operative Entfernung der Linse (Cat. zornularis) vor 3 Wochen abgeschlossen. Der Glaskörper ist nicht destruiert. Die vereinzelten Zellen, die nach jeder intraokularen Operation auftreten, verschwinden im Verlauf einiger Wochen restlos.



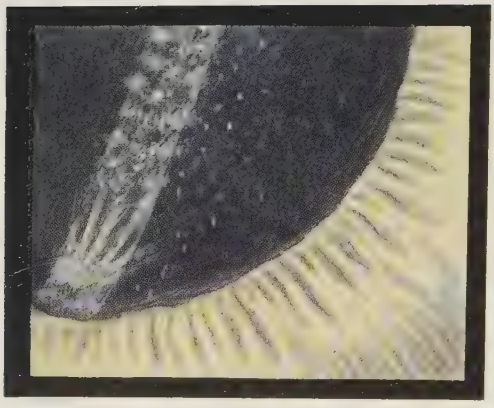
190



191



192



193

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien

Tafel 58

Bild 194—197

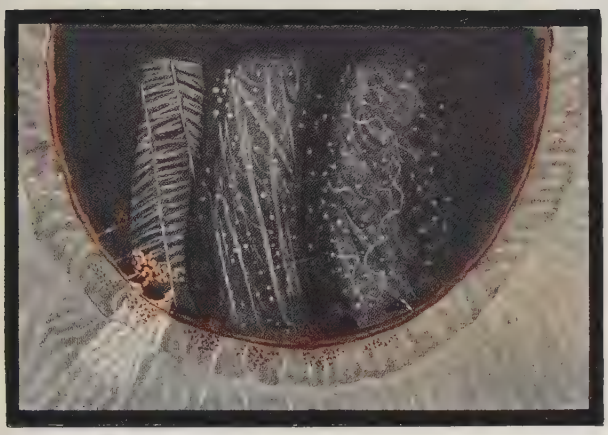
Tafel 58.

Bild 194. Punktförmige Einlagerungen nach Operation einer Cataracta
132 senilis. 56Jähriger. Auch hier bei komplikationsfreier Operation reichliche Zellen in den vorderen Glaskörperschichten. Das Bild ist aber noch aus einem anderen Grunde bemerkenswert. Die Linse wurde vor 4 Wochen in der Kapsel entfernt. Das fokale Lichtbüschel trifft daher zunächst auf die vordere Grenzschicht des Glaskörpers. Es folgt dann ein, wenigstens an der Nitraspaltlampe, optisch leerer Raum, erst darauf folgen eigentliche Glaskörperstrukturen. Daß dieser Raum Glaskörper enthält, geht schon daraus hervor, daß auch hier Zellen fixiert sind. Ein ähnlicher Befund gab Comberg Veranlassung, davor zu warnen, den an der Nitraspaltlampe oft zu findenden retrolentalen, optisch leeren Raum mit dem anatomischen, intra vitam wahrscheinlich nur einen kapillären Spalt darstellenden, identisch Bergerschen Raum zu identifizieren.

Bild 195. Glaskörper bei frischer, myopischer Ablatio. 56Jähriger. Außer
133 zahllosen Punkteinlagerungen sieht man in den tieferen Schichten die Zeichen der Glaskörperdegeneration. Durch die Gerinnung der Eiweißmassen sind scharf begrenzte, gewundene, lichtstarke Fasern, dazwischen dunkle, lichtschwache Räume entstanden.

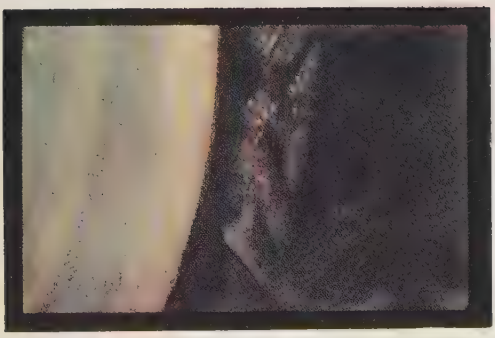
Bild 196. Pigmentepitheleinlagerungen im Glaskörper. Die 19Jährige litt
133 an beiderseitiger schwerer Chorioditis tuberculosa, mit multiplen, flachen Netzhautablösungen. Der wenig destruierte Glaskörper war in den vorderen Schichten mit großen bräunlichen Pünktchen durchsetzt, die aus retinalen Pigmentzellen bestehen.

Bild 197. Rote Blutkörperchen im Glaskörper. Rechtes Auge eines 70Jährigen,
133 mit präretinaler Blutung seit 3 Wochen. S = Handbewegungen. Der kaum destruierte Glaskörper ist mit zahlreichen, rötlichgelben Pünktchen durchsetzt. Sie haften auch der hinteren Linsenkapsel an. Bemerkenswert ist, daß auch das Gebiet, das an der Nitraspaltlampe als optisch leerer Raum zu erscheinen pflegt, mit roten, fixierten Blutkörperchen durchsetzt ist.

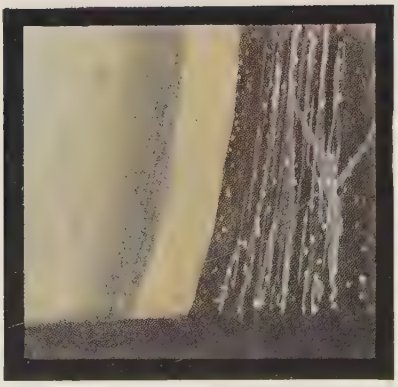


194

195



196



197

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien

Tafel 59

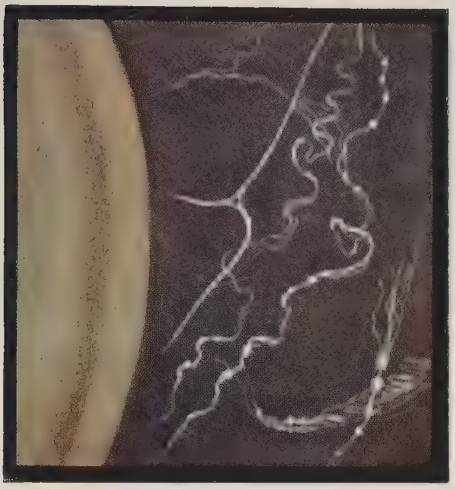
Bild 198—200

Tafel 59.

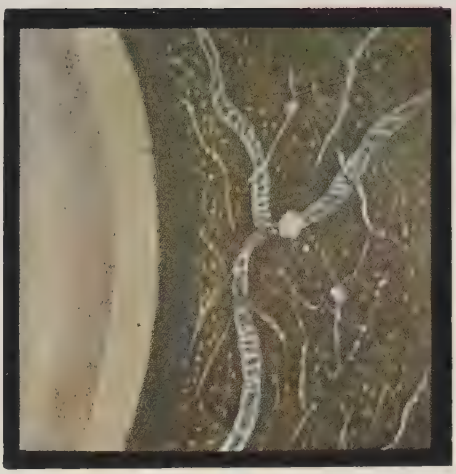
Bild 198. Hochgradige Glaskörperdestruktion bei Myopia gravis. In dem
131 dunklen, fast völlig optisch leeren Glaskörperraum schwimmen knittrige und gewundene Fasern frei umher. Sie bestehen aus losgelösten Resten der Vasa hyaloidea propria und geronnenem Glaskörpereiweiß.

Bild 199. Glaskörper bei myopischer Netzhautablösung. Die Ablatio besteht
131, 133 seit 9 Wochen. Der Glaskörper hat infolge seröser Durchtränkung eine graugelbe Farbe angenommen, eine Veränderung, die auch bei akuter Iritis, besonders ausgeprägt bei akuter Hyptonie vorkommt. Die hochgradige Destruktion ist an den scharf hervortretenden Fasern und schmalen Bändern mit charakteristischer Querstreifung zu erkennen. Außerdem finden sich gleichmäßig verteilte, feine weißliche und bräunliche Pünktchen und größere Klumpen an den Fasern und Bändern fixiert.

Bild 200. Synchysis scintillans. Das sehr charakteristische Bild der Synchysis
134 besteht aus verschieden großen, leuchtend weißen Kugeln, die in Reihen angeordnet, im meist wenig destruierten Glaskörper fixiert sind.



198



199

200

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 60

Bild 201—202

Der Kammerwinkel.

Tafel 60.

Bild 201. Normaler Kammerwinkel. Linkes Auge, temporaler Abschnitt (umgekehrtes Bild). Die Iris wird unter starker Verkürzung gesehen. An der Basis der Iris verläuft ein schmales, unregelmäßiges, graubraunes Band, die Oberfläche des Ziliarkörpers. Davor, meridional verlaufend, die Fasern des Ligamentum pectinatum.

137

Bild 202. Periphere vordere Synechie bei Glaucoma simplex. Die Iris ist nach vorne gerückt. Der periphere Iriswulst liegt der Hornhautrückfläche an. Der Einblick in den Kammerwinkel ist dadurch völlig versperrt.

138

201

202

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 61

Bild 203—204

Tafel 61.

Bild 203. Beginnende Stauungspapille. 32Jährige, mit Lues cerebri. Die peri-
143 vaskulären Lymphscheiden sind im Bereich der Papille und ihrer nächsten Umgebung ampullenartig aufgebläht und mit klarer durchsichtiger Flüssigkeit gefüllt. Im Gullstrandschen binokulären Augenspiegel war die Veränderung nicht zu sehen, an der Spaltlampe nur bei indirekter Beleuchtung.

Bild 204. Atrophische Stauungspapille. 29Jähriger. (Ätiologisch nicht völlig
143 geklärt, Meningitis serosa ?, Lumbaldruck 340 mm.) Die verdickte und getrübte Membrana limitans interna hängt als schlaffer Sack vor der atrophischen Papille und seitlich über ihre Grenzen hinaus. Die sonstigen Veränderungen bedürfen keiner Besprechung.

203

204

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 62

Bild 205—206

Tafel 62.

Bild 205. Striae retinales, nach Ablatio retinae. S = 0. 26 Jähriger. Seit
142 2 Jahren links Sehverschlechterung. S = Handbewegungen. In der unteren Netzhautperipherie bestand noch eine flache Ablatio, die gesamte Netzhaut war stark ödematös. Mehrere typische, teilweise pigmentierte Striae retinales zogen in flachkonvexen Bogen unter der Netzhaut einher. Bild 205 stellt einen Ausschnitt des Augenhintergrundes etwa 4 PD unterhalb der Papille dar. Die unpigmentierten Streifen sind flächenhaft, mit unscharfer, aufgesplitterter Begrenzung, die pigmentierten dagegen rundlich. Die Netzhaut ist über den letzteren deutlich prominent. Ihre Gefäße verlaufen in kleinen Bogen darüber hin.

Bild 206. Totale Ablatio retinae, seit über 1 Jahr. Die Netzhaut ist stark atrophisch.
142 Die Gefäße liegen auf weite Strecken frei auf ihrer Oberfläche. Die Gefäßenden haben sich zu kleinen Knäueln zurückgezogen. Im direkten Licht erscheint die Netzhautoberfläche mit weißen, scholligen Massen bedeckt, die in eigenartig verzweigten und anastomosierenden Linien angeordnet sind. Im durchfallenden Licht erkennt man an der Netzhautaußenfläche Flecken von Pigmentepithelresten. Der subretinale Erguß von graugelblicher Farbe war starr. Einzelne darin fixierte Pigmentpunkte machten keine flottierenden Bewegungen.

205

206

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 63

Bild 207–208

Tafel 63.

Bild 207. Entzündliche Stauungspapille. 23 Jähriger. Lues cerebri. S = Lichtscheinempfindung. Der Verlauf des fokalen Lichtbüschels zeigt, daß die Limitans interna im Papillentrichter wenig, am Rand stärker prominent ist. Die Prominenz der Papille war zu Beginn der Erkrankung wesentlich stärker. Es überwiegt jetzt die Exsudation trüber Massen in die Papille und ihre Umgebung. Die Limitans interna ist auch in der Papillennachbarschaft in multiple teils radiär, teils konzentrisch verlaufende Fältchen gelegt.

Bild 208. Organisation eines entzündlichen Glaskörperexsudates mit sekundärer Ablatio retinae. Das eigenartige Spaltlampenbild wurde bei einem 25 Jährigen gefunden. Die Veränderungen sind die Folgen einer schweren Iridocyclitis luetica, deren Beginn 5 Jahre zurücklag. S = 0. Tension — 2. Die Linse ist nach hinten retrahiert. Nasal eine zapfenartige Ablatio retinae, hervorgerufen durch massenhafte, straff gespannte, feinste Stränge, die von der Netzhautoberfläche in den Glaskörper hineinstrahlen. Auf der Netzhautoberfläche eine große Zahl feiner, gewundener, neugebildeter Gefäße, die auch den Strängen entlang in den Glaskörper hineinwuchern.

207

208

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Tafel 64

Bild 209—210

Tafel 64.

Bild 209. Kleines Sarkom der Chorioidea, nasal von der Papille.
142 56 Jähriger. Seit einem Monat Sehstörungen. Leichte Iridozyklitis mit Glaskörpertrübungen. Tension 18 mm Hg. Schiötz. S = $^5/_{15}$. Mit dem Augenspiegel, auch im binokularen Ophthalmoskop, sah man nur eine 2—3 PD große Ablatio retinae, die, ohne sonstige Besonderheiten erkennen zu lassen, mit verschwommenen Grenzen in das normale Augenhintergrundsbild überging. Auch die Durchleuchtung mit der Sachschen, bzw. Langeschen Lampe erlaubte keine Differentialdiagnose.

Bild 209 zeigt das Spaltlampenbild bei starker Vergrößerung. Das Lichtbüschel ist fokal auf den Rand der Ablatio eingestellt. Der Übergang der Ablösung zum normalen Augenhintergrund ist ein allmählicher. Im indirekten Licht (links vom fokalen Lichtbüschel) tritt aber eine scharfe, unter der Netzhaut liegende Grenze hervor. Es wurde daraufhin die Diagnose Sarkom der Chorioidea gestellt mit schmaler, seröser Ablatio retinae am Rande. Die Diagnose wurde durch die anatomische Untersuchung nach Herausnahme des Auges völlig bestätigt. Es handelte sich um ein sehr pigmentarmes Chorioideasarkom, mit schmaler seröser Ablatio retinae am Rande.

Bild 210. Frische Stauungspapille. 47 Jähriger. Lues cerebri mit Ptosis und
143 Sprachstörungen. S = $^5/_{7,5}$. Die Limitans interna ist am Trichter und am Papillenrand abgehoben. Stärkere Gefäßfüllung auch der kleinsten Gefäße, Blutungen etc. treten mit großer Deutlichkeit hervor.

209

210

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.

28.D.442.
Die Mikroskopie des lebenden Au1927
Countway Library BEZ0726
3 2044 046 143 533

28.D.442.
Die Mikroskopie des lebenden Au1927
Countway Library BEZ0726
3 2044 046 143 533